

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный

Кафедра «Инженерные системы зданий и сооружений»

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий кафедрой
_____ Г.В. Сакаш
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2018 г.

БАКАЛАВСКАЯ РАБОТА

08.03.01.00.06 «Водоснабжение и водоотведение»

Система водоснабжения населённого пункта

Пояснительная записка

Руководитель

подпись, дата

доцент, к.т.н.
должность, ученая степень

Л.В. Приймак
инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

Р.Н. Шестаков
инициалы, фамилия

Красноярск 2018

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Система водоснабжения населённого пункта» содержит ____ страниц текстового документа, 15 использованных источников, 5 листов графического материала.

Ключевые слова: НАСЕЛЁННЫЙ ПУНКТ, СИСТЕМА ВОДОСНАБЖЕНИЯ, РАСЧЁТНЫЕ РАСХОДЫ ВОДЫ, СКВАЖИНА, ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ВОДЫ, НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ, РЕЗЕРВУАР ЧИСТОЙ ВОДЫ, ЗОНЫ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ.

Объектом разработок и расчётов выпускной квалификационной работы является система водоснабжения населённого пункта численностью 1000 человек, включающая водозаборные сооружения из подземного источника и станцию водоподготовки для получения воды хозяйственно-питьевого качества.

Цели организации и устройства системы водоснабжения – обеспечение жителей населённого пункта водой хозяйственного-питьевого качества, а также обеспечение противопожарных мероприятий.

Выпускная квалификационная работа состоит из двух разделов.

В разделе «Система водоснабжения населённого пункта»:

- определены расчётные расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды;
- выполнен гидравлический расчет водопроводной сети;
- рассчитана производительность водозаборных сооружений;
- подобрано необходимое насосное оборудование;
- подобран и рассчитан узел обеззараживания воды.
- определены зоны санитарной охраны водопроводных сооружений и водопроводов.

В разделе «Технология и организация строительного производства при замене участка водопроводной сети методом горизонтального направленного бурения» рассмотрена реконструкция участка трубопровода бестраншейным способом по технологии горизонтально направленного бурения имеющей существенные преимущества перед открытой разработкой траншей.

Расчётная схема выполнена с применением компьютерной программы Drill Site, которая в настоящее время, является одной из самых рекомендуемых.

Графическая часть выпускной квалификационной работы включает чертежи генерального плана населённого пункта, конструкции павильона, профиля водозаборного сооружения, аппаратного оформления устья скважины, влияния группового расположения скважин, геолого-технического разреза скважины, технологической схемы очистки воды

Все расчёты, представленные в выпускной квалификационной работе, выполнены с учётом действующих нормативных документов и справочной литературы.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение | 5 |
| 1 Система водоснабжения населённого пункта | 7 |
| 1.1 Определение расчетных расходов воды | 7 |
| 1.2 Гидравлический расчет водопроводной сети | 11 |
| 1.2.1 Расчет водопроводной сети в час максимального водоразбора | 11 |
| 1.2.2 Расчет сети в момент пожара | 13 |
| 1.2.3 Гидравлический расчет водоводов | 17 |
| 1.3 Расчет водозабора из подземного источника | 17 |
| 1.3.1 Исходные данные | 17 |
| 1.3.2 Определение категории водозабора | 17 |
| 1.3.3 Обоснование выбора типа водозаборного сооружения | 18 |
| 1.3.4 Подбор фильтра | 21 |
| 1.3.5 Расчет депрессионного влияния | 21 |
| 1.3.6 Расчет грузоподъемного оборудования | 22 |
| 1.3.7 Расчет водоподъемной установки и регулирующей емкости | 23 |
| 1.3.8 Устройство устья подземного источника | 24 |
| 1.3.9 Защита от заиливания | 24 |
| 1.4 Расчет и проектирование насосных станций | 24 |
| 1.4.1 Определение объема РЧВ | 24 |
| 1.4.2 Определение уровней воды в РЧВ | 26 |
| 1.4.3 Насосная станция II подъема | 27 |
| 1.4.4 Определение требуемого напора насосов | 27 |
| 1.4.5 Подбор насосов | 30 |
| 1.5 Расчет водопроводных очистных сооружений | 30 |
| 1.5.1 Исходные данные для проектирования водопроводных очистных сооружений | 30 |
| 1.5.2 Блочно-модульная станция очистки подземных вод | 30 |
| 1.5.3 Конструктивное выполнение блочно-модульной станции | 32 |
| 1.5.4 Биореактор для обработки природных вод | 33 |
| 1.5.5 УФ-установка для обеззараживания воды | 35 |
| 1.5.6 Установки с источниками бактерицидного излучения | 36 |
| 1.5.7 Расчет установки для обеззараживания воды бактерицидным излучением | 38 |
| 1.6 Оценка воздействия проектируемой системы водоснабжения на окружающую природную среду | 40 |
| 1.6.1 Оценка воздействия на атмосферный воздух | 40 |
| 1.6.2 Расчет зон санитарной охраны | 41 |
| 2 Технология и организация строительного производства при замене участка водопроводной сети методом ГНБ | 43 |

| | |
|--|----|
| 2.1 Технология производства работ методом ГНБ | |
| 2.2 Геометрические параметры трассы | 48 |
| 2.3 Подготовка трассы к работам по замене участка трубопровода с помощью программного обеспечения Drill Site | 48 |

ВВЕДЕНИЕ

Современные системы водоснабжения населенных мест представляют собой сложные технические системы, обеспечивающие прием природной воды, ее очистку с последующей подачей и распределением воды потребителям.

Наиболее распространены многофункциональные системы водоснабжения, предназначенные для хозяйственно-питьевого, производственного и противопожарного водоснабжения.

Целью выпускной квалификационной работы является расчёт системы водоснабжения населённого пункта – посёлка численностью 1000 человек.

По назначению системы водоснабжения подразделяют на хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные.

Хозяйственно-питьевые системы водоснабжения предназначены для удовлетворения хозяйственно-питьевых санитарно-гигиенических нужд населения.

Производственные системы водоснабжения обеспечивают водой различные производственные объекты. Качество воды, подаваемой этими системами, определяется требованиями производства.

Противопожарные системы водоснабжения предназначены для подачи воды на тушение пожаров. Чаще всего проектируются объединённые системы водоснабжения, то есть единая система водоснабжения удовлетворяет хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные нужды.

При проектировании системы водоснабжения и последующей её эксплуатации необходимо знать количество потребляемой воды и режим её потребления. Объём водопотребления устанавливается по числу потребителей. При расчёте водопотребления также учитываются расход воды на полив улиц и зелёных насаждений и на технические нужды производства.

Согласно СП 31.13330.2012 и СП 44.13330.2011 в нормы водопотребления входят расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды в жилых и общественных зданиях и коммунальных учреждениях, обслуживающих жителей данного населённого пункта.

Водопроводная сеть предназначена для подачи воды непосредственно к местам ее потребления. Водопроводная сеть является одним из основных элементов системы водоснабжения и неразрывно связана с работой остальных ее элементами.

Основными требованиями, которым должна удовлетворять правильно запроектированная водопроводная сеть, являются:

- подача заданного количества воды ко всем местам ее потребления под требуемым напором.
- надежность и бесперебойность работы.
- наименьшая строительная стоимость и затраты на эксплуатацию как самой сети, так и неразрывно связанных с ней элементов водопроводной системы – насосных станций и регулирующих резервуаров.

Расположение линий водопроводной сети определяется в зависимости от:

- характера планировки снабжаемого водой объекта, размещения отдельных потребителей воды, расположения проездов, формы и размеров жилых кварталов, цехов, зеленых массивов.

- наличия естественных и искусственных препятствий для прокладки труб (рек, каналов, оврагов, путей сообщения).

- рельефа местности.

Разработка системы водоснабжения населенных мест включает следующие расчёты:

- определение расчетных суточных и секундных расходов воды;

- гидравлический расчет напорных магистральных водоводов и кольцевой водопроводной сети в сутки максимального водопотребления;

- подбор подающих насосов;

- определение размеров устройств очистки воды.

1 Система водоснабжения населённого пункта

1.1 Определение расчетных расходов воды

Основными видами потребления воды являются: хозяйственно-питьевое водопотребление жителей населенных пунктов; водопотребление промышленных предприятий; водопотребление, связанное с благоустройством территорий (поливка улиц, зеленых насаждений и пр.); использование воды для пожаротушения; собственные нужды системы водоснабжения.

Суточный расход воды (средний за год) согласно СП 31.13330.2012 (п. 5.2) определяется по формуле

$$Q_{сут}^{cp} = \frac{\sum (q_{жс} \cdot N_{жс})}{1000}, \quad (1)$$

где $q_{жс}$ – удельное водопотребление, определяемое в зависимости от степени благоустройства районов жилой застройки, 280 л/сут на 1 чел.

$N_{жс}$ – число жителей в населенном пункте, чел.; в данном поселке оно составляет 1070 человек с учетом прироста за пять лет.

Удельное водопотребление включает расходы воды на хозяйственно-питьевые и бытовые нужды в общественных зданиях, за исключением расходов воды для домов отдыха, санаторно-туристических комплексов и оздоровительных лагерей.

Выбор удельного водопотребления производится в зависимости от климатических условий, мощности источника водоснабжения и качества воды, степени благоустройства, этажности застройки и местных условий.

$$Q_{сут\ ср} = \frac{280 \cdot 1070}{1000} = 300 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Потребление воды на хозяйственно питьевые нужды города не равномерно в течение года. Наблюдаются колебания суточного расхода: сезонные, связанные с изменением температуры и влажности в отдельные времена года, а также недельные и суточные, обусловленные особенностями водопотребления в различные дни недели.

Система водоснабжения проектируется на пропуск максимального суточного расхода воды:

$$Q_{сут.\max} = k_{сут.\max} \cdot Q_{сут}^{cp}, \quad (2)$$

где $k_{сут. max}$ – максимальный коэффициент суточной неравномерности, учитывает уклад жизни населения, режим работы предприятий, степень благоустройства зданий, года и дням недели; 1,1-1,3.

$$Q_{сут. max} = 1,2 \cdot 300 = 360 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

В отдельных случаях требуется проверка работы системы водоснабжения при минимальном суточном расходе воды:

$$Q_{сут. min} = k_{сут. min} \cdot Q_{сут}^{cp}, \quad (3)$$

где $k_{сут. min}$ – минимальный коэффициент суточной неравномерности; 0,7-0,9.

$$Q_{сут. min} = 0,8 \cdot 300 = 240 \text{ м}^3 / \text{сут};$$

Расчетные часовые расходы воды определяются по формулам

$$q_{ч. max} = \frac{k_{ч. max} \cdot Q_{сут. max}}{24} \text{ м}^3 / \text{ч}; \quad (4)$$

$$q_{ч. min} = \frac{k_{ч. min} \cdot Q_{сут. min}}{24} \text{ м}^3 / \text{ч}; \quad (5)$$

где $k_{ч. max}$, $k_{ч. min}$ – коэффициенты часовой неравномерности водопотребления (максимальный и минимальный), определяемые из выражений:

$$k_{ч. max} = \alpha_{max} \cdot \beta_{max} \quad (6)$$

$$k_{ч. min} = \alpha_{min} \cdot \beta_{min} \quad (7)$$

где α – коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие условия, принимаемый $\alpha_{max} = 1,2-1,4$, $\alpha_{min} = 0,4-0,6$;

β – коэффициент, учитывающий число жителей в городе $\beta_{max} = 2,0$; $\beta_{min} = 0,4$.

$$k_{ч. max} = \alpha_{max} \cdot \beta_{max} = 1,2 \cdot 2,0 = 2,4,$$

$$k_{ч. min} = \alpha_{min} \cdot \beta_{min} = 0,4 \cdot 0,4 = 0,16,$$

$$q_{ч. \max} = \frac{k_{ч. \max} \cdot Q_{сут. \max}}{24} = \frac{2,4 \cdot 360}{24} = 36 \text{ м}^3 / \text{ч};$$

$$q_{ч. \min} = \frac{k_{ч. \min} \cdot Q_{сут. \min}}{24} = \frac{0,16 \cdot 240}{24} = 1,6 \text{ м}^3 / \text{ч};$$

Расход воды на поливку определён с учетом расхода на одного жителя согласно СП 31.13330.2012:

$$Q_{пол} = \frac{Q_{сут}^{ср} \cdot q_{уд}}{1000}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (8)$$

где $q_{пол}$ – удельное среднесуточное потребление воды на поливку в расчете на одного жителя, 50 л/сут..

$$Q_{пол} = 1000 \cdot 50 / 1000 = 50 \text{ м}^3 / \text{сут}.$$

Поливка осуществляется вручную от водоразборной арматуры на сети.

Расход воды на нужды местной промышленности составляет 10 % от максимального суточного водопотребления.

$$Q_{м.п.} = 10\% \cdot Q_{сут. \max} = 360 \cdot 0,1 = 36 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (9)$$

$$q_{пож} = 3,6 \cdot t_{пож} \cdot m \cdot q_{пож} \quad (10)$$

где $t_{пож}$ – расчетная производительность пожара, ч (принимается во всех случаях равной 3)

m – число одновременных пожаров в населенном пункте, 1.

$q_{пож}$ – расход воды на один пожар, 5 л/с.

$$q_{пож} = 3,6 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 5 = 54 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (11)$$

Общий расход воды составляет сумму всех расходов: суточного максимального, пожарного, поливочного и для местной промышленности:

$$Q_{общ} = Q_{сут. \max} + q_{пож} + q_{м.п.} + q_{пол}. \quad (12)$$

$$Q_{общ} = 360 + 54 + 36 + 50 = 500 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расчетные расходы по видам водопотребления приведены в таблице 1.

Таблица 1 – График водопотребления по часам суток

| Часы суток | Расход воды на озей- ственно-питьевые нужды населения | | Расход на по- ливку улиц и зеленых насаждений м³/ч | Расход воды на нужды местной промыш- ленности $Q_{мп}$ м³/ч | Всего м³/ч | % |
|---------------|---|----------------|--|---|---------------|--------|
| | $K_{ч, max} =$ 2,4% | $Q_{ч}$, м³/ч | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 5 | 6 | 8 | 9 |
| 0 – 1 | 0,7 | 2,52 | | 1,5 | 4,02 | 0,90 |
| 1 – 2 | 0,7 | 2,52 | | 1,5 | 4,02 | 0,90 |
| 2 – 3 | 1,2 | 4,32 | | 1,5 | 5,82 | 1,30 |
| 3 – 4 | 2 | 7,20 | | 1,5 | 8,70 | 1,95 |
| 4 – 5 | 3,5 | 12,60 | | 1,5 | 14,10 | 3,16 |
| 5 – 6 | 3,5 | 12,60 | | 1,5 | 14,10 | 3,16 |
| 6 – 7 | 4,5 | 16,20 | 25 | 1,5 | 42,7 | 9,57 |
| 7 – 8 | 10,2 | 36,72 | | 1,5 | 38,22 | 8,57 |
| 8 – 9 | 8,8 | 31,68 | | 1,5 | 33,18 | 7,44 |
| 9 – 10 | 6,5 | 23,40 | | 1,5 | 24,90 | 5,84 |
| 10 – 11 | 4,1 | 14,76 | | 1,5 | 16,26 | 3,65 |
| 11 – 12 | 4,1 | 14,76 | | 1,5 | 16,26 | 3,65 |
| 12 – 13 | 3,5 | 12,60 | | 1,5 | 14,10 | 3,16 |
| 13 – 14 | 3,5 | 12,60 | | 1,5 | 14,10 | 3,16 |
| 14 – 15 | 2 | 7,20 | | 1,5 | 8,70 | 1,95 |
| 15 – 16 | 6,2 | 22,32 | | 1,5 | 23,82 | 5,34 |
| 16 – 17 | 10,4 | 37,44 | | 1,5 | 38,94 | 8,73 |
| 17 – 18 | 9,4 | 33,84 | | 1,5 | 35,34 | 7,92 |
| 18 – 19 | 7,3 | 26,28 | | 1,5 | 27,78 | 6,23 |
| 19 – 20 | 1,6 | 5,76 | 25 | 1,5 | 32,26 | 7,23 |
| 20 – 21 | 1,6 | 5,76 | | 1,5 | 7,26 | 1,63 |
| 21 – 22 | 1 | 3,60 | | 1,5 | 5,10 | 1,14 |
| 22 – 23 | 1,7 | 6,12 | | 1,5 | 7,62 | 1,71 |
| 23 – 24 | 1,7 | 6,12 | | 1,5 | 7,62 | 1,71 |
| Всего: | 100 | 360 | 50 | 36 | 446 | 100,00 |

1.2 Гидравлический расчет водопроводной сети

Гидравлический расчет сводится к определению диаметра труб, потерь напора вследствие гидравлических сопротивлений и скорости движения воды. Для расчета кольцевой сети следует знать распределение воды по ее участкам. Правила трассировки водопроводной сети состоят в следующем:

1) сеть должна равномерно располагаться на территории населённого пункта с учётом возможности более экономичного подключения к ней крупных потребителей и напорно-регулирующих запасных ёмкостей

2) участки сети прокладывают по улицам с обеспечением 2-х стороннего подключения линии распределительной сети. Протяжённость транзитных участков должна быть минимальной.

3) прокладка магистрали вне улиц (по внешней черте города) допускается только в зонах перспективного строительства

4) магистральные линии намечают вдоль основного направления движения воды

5) замкнутые контуры вытянуты вдоль основного направления движения воды и имеют размеры.

Для систем без водопроводной башни выполняется гидравлические расчеты на два случая:

I – час максимального водопотребления;

II – час максимального водопотребления плюс расход воды на тушение пожара.

1.2.1 Расчет водопроводной сети в час максимального водоразбора

Удельное водопотребление в час максимального водоразбора:

$$q_{уд.} = \frac{Q_{ч. \max}}{\sum \ell} = \frac{63,22}{3898 \cdot 3,6} = 0,0045 \text{ л/с на 1 п. м.}, \quad (13)$$

где $Q_{ч. \max}$ – максимальный часовой расход воды, (с 7 до 8), $63,22 \text{ м}^3/\text{ч}$;

$\sum \ell$ – суммарная длина водопроводной сети, м.

Длина водоводов, переходов под дорогами и водными преградами, участки, проходящие по незастроенной территории, при этом не учитывается;

Путевой отбор на каждом участке сети:

$$Q_{\Pi} = q_{уд.} \cdot \ell, \quad (14)$$

где ℓ – длина участка, м.

Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Путевые отборы воды в час максимального водоразбора

| № участка сети | Расчетная длина участка, м | Путевые отборы воды, л/с |
|----------------|----------------------------|--------------------------|
| 1-2 | 516 | 2,322 |
| 2-3 | 342 | 1,539 |
| 3-4 | 300 | 1,35 |
| 4-5 | 896 | 4,032 |
| 5-6 | 840 | 3,78 |
| 6-1 | 614 | 2,763 |
| 6-3 | 390 | 1,755 |
| Σ | 3898 | 17,541 |

Узловой отбор равен полусумме путевых отборов участков, примыкающих к узлу.

Результаты расчетов приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Узловые отборы воды в час максимального водоразбора

| Номер узла | Номера участков, примыкающих к узлу | $Q_{\text{узн.}}$, л/с |
|------------|-------------------------------------|-------------------------|
| 1 | 1-2; 6-1 | 2,543 |
| 2 | 1-2; 2-3 | 1,93 |
| 3 | 2-3; 3-4; 6-3 | 2,322 |
| 4 | 3-4; 4-5 | 2,691 |
| 5 | 4-5; 5-6 | 3,906 |
| 6 | 5-6; 6-1; 3-6 | 4,149 |
| | | Σ=17,541 |

$Q_{\text{НС}} = 17,54$ л/с – подача воды насосной станцией.

Схема предварительного направления и распределение расходов по линиям сети, соблюдая баланс расходов в узлах (рисунок 1).

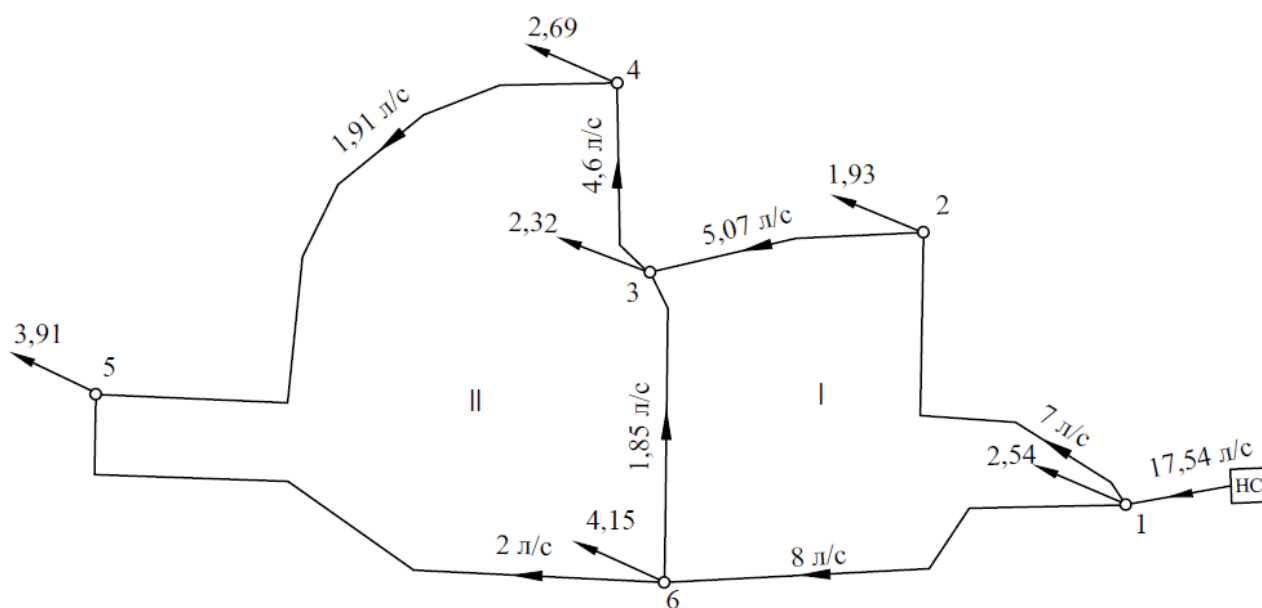


Рисунок 1 – Предварительное потокораспределение в час максимального водоразбора

1.2.2 Расчет сети в момент пожара

Количество пожаров определено в зависимости от количества жителей в населенном пункте.

Согласно СП 8.13130.2009 для числа жителей до 1000 человек принят 1 пожар с расходом 5 л/с.

$Q_{НС} = 17,54 + 5 = 22,54$ л/с – подача воды насосной станцией.

Схема предварительного направления и распределение расходов по линиям сети, соблюдая баланс расходов в узлах (рисунок 1.2).

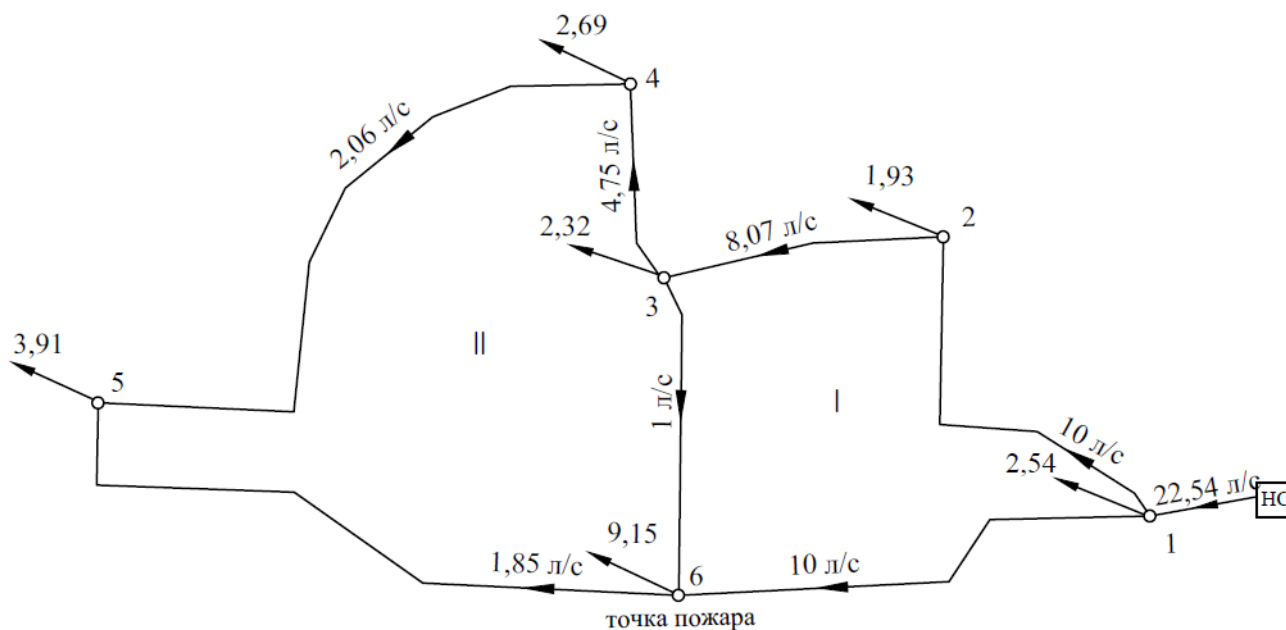


Рисунок 2 – Предварительное потокораспределение в час максимального водоразбора с учетом пожара

Таблица 4 – Гидравлический расчёт сети на случай максимального водоразбора

| № кольца | № участка | Длина участка ℓ , м | Предварительное распределение воды | | | | | | |
|----------|-----------|--------------------------|------------------------------------|----------|-----------|----------|-----------------------------------|-------------|-------------------|
| | | | q , л/с | d , мм | v , м/с | σ | $S = S_0 \cdot \sigma \cdot \ell$ | $S \cdot q$ | $h = S \cdot q^2$ |
| I | 1-2 | 516 | 7 | 110 | 1,10 | 0,98 | 0,1637897 | 1,1465 | -7,19 |
| | 2-3 | 342 | 5,07 | 110 | 0,8 | 1,05 | 0,1163124 | 0,5897 | -2,99 |
| | 1-6 | 614 | 8 | 110 | 1,26 | 0,94 | 0,1869421 | 1,4955 | 11,96 |
| | 6-3 | 390 | 1,85 | 110 | 0,3 | 1,31 | 0,1654805 | 0,3061 | 0,56 |
| | | | | | | | Σ | 3,5378 | 2,34 |
| | | | | | | | $\Delta q = 0,3307$ | | |
| II | 6-5 | 840 | 2 | 110 | 0,31 | 1,31 | 0,3564195 | 0,712839 | 1,43 |
| | 6-3 | 390 | 1,85 | 110 | 0,3 | 1,31 | 0,1798946 | 0,332805 | -0,62 |
| | 3-4 | 300 | 4,6 | 110 | 0,72 | 1,08 | 0,1654805 | 0,76121 | -3,50 |
| | 4-5 | 896 | 1,91 | 110 | 0,3 | 1,31 | 0,3801808 | 0,726145 | -1,39 |
| | | | | | | | Σ | 2,533 | -4,08 |
| | | | | | | | $\Delta q = 0,8053$ | | |

Продолжение таблицы 4

| № кольца | № участка | Исправление №1 | | | |
|----------|-----------|---|---------------------|-------------|-------------------|
| | | $\Delta q_n = \frac{-\Delta h}{2 \sum (S \cdot q)}$, л/с | $q_{испр}$, л/с | $S \cdot q$ | $h = S \cdot q^2$ |
| I | 1-2 | 0,33 | 7,33 | 1,200579 | -8,80 |
| | 2-3 | 0,33 | 5,4 | 0,628087 | -3,39 |
| | 1-6 | -0,33 | 7,67 | 1,433846 | 11,00 |
| | 6-3 | -1,14 | 0,71 | 0,117491 | 0,08 |
| | | | Σ | 3,380003 | -1,11 |
| | | | $\Delta q = 0,1642$ | | |
| II | 6-5 | 0,81 | 2,81 | 1,001539 | 2,81 |
| | 6-3 | -1,14 | 0,71 | 0,127725 | -0,09 |
| | 3-4 | -0,81 | 3,79 | 0,627171 | -2,38 |
| | 4-5 | -0,81 | 1,1 | 0,418199 | -0,46 |
| | | | Σ | 2,174634 | -0,11 |
| | | | $\Delta q = 0,0252$ | | |

Окончание таблицы 4

| № кольца | № участка | Исправление №2 | | | |
|-------------|--------------|---|---------------------------|-------------|-------------------|
| | | $\Delta q_n = \frac{-\Delta h}{2\sum(S \cdot q)},$ л/с | $q_{\text{испр}},$ л/с | $S \cdot q$ | $h = S \cdot q^2$ |
| I | 1-2 | -0,16 | 7,17 | 1,174372 | -8,42 |
| | 2-3 | -0,16 | 5,24 | 0,609477 | -3,19 |
| | 1-6 | 0,16 | 7,83 | 1,463757 | 11,46 |
| | 6-3 | 0,13 | 0,84 | 0,139004 | 0,12 |
| | | | Σ | 3,386609 | -0,04 |
| II | 6-5 | - | 2,81 | 1,001539 | 2,81 |
| | 6-3 | 0,13 | 0,84 | 0,151111 | -0,13 |
| | 3-4 | - | 3,79 | 0,627171 | -2,38 |
| | 4-5 | - | 1,1 | 0,418199 | -0,46 |
| | | | Σ | 2,19802 | -0,15 |

Таблица 5 – Гидравлический расчёт сети на случай максимального водоразвода с учётом пожара

| № кольца | № участка | Длина участка ℓ , м | Предварительное распределение воды | | | | | | |
|----------|-----------|--------------------------|------------------------------------|----------|-----------|----------|-----------------------------------|-------------------|-------------------|
| | | | q , л/с | d , мм | v , м/с | σ | $S = S_0 \cdot \sigma \cdot \ell$ | $S \cdot q$ | $h = S \cdot q^2$ |
| I | 1-2 | 516 | 10 | 140 | 0,97 | 1,01 | 0,047749 | 0,4774868 | -4,77 |
| | 2-3 | 342 | 8,07 | 110 | 1,27 | 0,94 | 0,104127 | 0,8403079 | -6,78 |
| | 1-6 | 614 | 10 | 140 | 0,97 | 1 | 0,056255 | 0,5625468 | 5,63 |
| | 6-3 | 390 | 1 | 110 | 0,2 | 1,43 | 0,180639 | 0,1806390 | -0,18 |
| | | | | | | | Σ | 2,060 | -6,11 |
| | | | | | | | | $\Delta q=1,48$ | |
| II | 6-5 | 840 | 1,85 | 110 | 0,3 | 1,31 | 0,35642 | 0,659376 | 1,22 |
| | 6-3 | 390 | 1 | 110 | 0,2 | 1,43 | 0,180639 | 0,180639 | 0,18 |
| | 3-4 | 300 | 4,75 | 110 | 0,75 | 1,06 | 0,103000 | 0,489251 | -2,32 |
| | 4-5 | 896 | 2,06 | 110 | 0,33 | 1,31 | 0,380181 | 0,783173 | -1,61 |
| | | | | | | | Σ | 2,112 | -2,54 |
| | | | | | | | | $\Delta q=0,6013$ | |

Продолжение таблицы 5

| № кольца | № участка | Исправление №1 | | | |
|----------|-----------|---|------------------|-------------|-------------------|
| | | $\Delta q_n = \frac{-\Delta h}{2 \sum (S \cdot q)}$, л/с | $q_{испр}$, л/с | $S \cdot q$ | $h = S \cdot q^2$ |
| I | 1-2 | -1,48 | 8,52 | 0,406821 | -3,47 |
| | 2-3 | -1,48 | 6,59 | 0,686197 | -4,52 |
| | 1-6 | 1,48 | 11,48 | 0,645807 | 7,41 |
| | 6-3 | -0,88 | 0,11 | 0,021677 | -0,003 |
| | | | Σ | 1,760502 | -0,58 |
| | | | $\Delta q=0,16$ | | |
| II | 6-5 | 0,6 | 2,45 | 0,873229 | 2,14 |
| | 6-3 | -0,88 | 0,11 | 0,021677 | 0,00 |
| | 3-4 | -0,6 | 4,15 | 0,42745 | -1,77 |
| | 4-5 | -0,6 | 1,46 | 0,555064 | -0,81 |
| | | | Σ | 1,87742 | -0,45 |
| | | | $\Delta q=0,12$ | | |

Окончание таблицы 5

| № кольца | № участка | Исправление №2 | | | |
|----------|-----------|---|------------------|-------------|-------------------|
| | | $\Delta q_n = \frac{-\Delta h}{2 \sum (S \cdot q)}$, л/с | $q_{испр}$, л/с | $S \cdot q$ | $h = S \cdot q^2$ |
| I | 1-2 | -0,16 | 8,36 | 0,399182 | -3,34 |
| | 2-3 | -0,16 | 6,43 | 0,669537 | -4,31 |
| | 1-6 | 0,16 | 11,64 | 0,654808 | 7,62 |
| | 6-3 | -0,05 | 0,08 | 0,014451 | -0,001 |
| | | | Σ | 1,737978 | -0,02 |
| II | 6-5 | - | 2,45 | 0,873229 | 2,14 |
| | 6-3 | -0,05 | 0,07 | 0,012645 | 0,00 |
| | 3-4 | - | 4,15 | 0,42745 | -1,77 |
| | 4-5 | - | 1,46 | 0,555064 | -0,81 |
| | | | Σ | 1,868388 | -0,45 |

1.2.3 Гидравлический расчет водоводов

Таблица 6 – Расчёт водоводов при максимальном водоразборе

| № кольца | Длина участка ℓ , м | q , л/с | d , мм | v , м/с | σ | S_0 | $S = S_0 \cdot \sigma \cdot \ell$ | $S \cdot q$ | $h = S \cdot q^2$ |
|----------|--------------------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------------------|-----------------------------------|-------------|-------------------|
| НС-1 | 130 | 17,54 | 160 | 1,3 | 0,94 | $4,591 \cdot 10^{-5}$ | 0,05610 | 0,9839 | 17,25 |

Таблица 7 – Расчёт водоводов при пожаре

| № кольца | Длина участка ℓ , м | q , л/с | d , мм | v , м/с | σ | S_0 | $S = S_0 \cdot \sigma \cdot \ell$ | $S \cdot q$ | $h = S \cdot q^2$ |
|----------|--------------------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------------------|-----------------------------------|-------------|-------------------|
| НС-1 | 130 | 22,54 | 160 | 1,67 | 0,88 | $4,591 \cdot 10^{-5}$ | 0,05252 | 1,1838 | 26,68 |

1.3 Расчет водозабора из подземного источника

1.3.1 Исходные данные

Глубина залегания водоносного пласта 46 м,
Мощность пласта 35 м,
Коэффициент фильтрации $15 \text{ м}^3/\text{сут}$,
Коэффициент водоотдачи 12,
Пористость водоносного пласта 0,22 м,
Водовмещающие породы – крупнозернистые пески с ($d = 0,6\text{-}1,25 \text{ мм}$)
Коэффициент неоднородности частиц 1,7.
Отметка поверхности земли 205 м;
Отметка статического уровня воды в пласте 186 м;
Отметка верхнего водоупора 159 м;
Отметка нижнего водоупора 124 м.

1.3.2 Определение категории водозабора

Категория надежности действия водозаборного сооружения определяется по численности населенного пункта. Данный водозабор относится к 2 категории надежности.

Величина допускаемого снижения подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды не должна превышать 30%; длительность снижения подачи не должна превышать 15 суток. Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускается на время выключения поврежденных и включения резервных элементов или проведения ремонта, но не более чем на 24 часа.

Общий суточный расход составляет $500 \text{ м}^3/\text{сут}$.

Расход воды на собственные нужды водозабора составляет 10% от общего расхода воды населенным пунктом:

$$Q_{\text{с.н.}} = 10\% \cdot Q_{\text{н}} = 0,1 \cdot 360 = 36 \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (16)$$

где $Q_{\text{н}}$ – суточное потребление воды населением, $\text{м}^3/\text{сут.}$

1.3.3 Обоснование выбора типа водозаборного сооружения

В основе классификации подземных водозаборных сооружений лежит глубина залегания водоносного пласта, в данных условиях 42 м, глубина залегания более 30 м. Мощность водоносного пласта 35 м, что более 25 м и коэффициент фильтрации равен 15 м/сут, что более, чем 0,12 м/сут. На основании этих данных проектируется скважина.

Для сооружения скважины используется роторный способ бурения. Суть способа состоит в разрушении пород инструментом, который вращается вокруг оси с одновременным созданием вертикальной нагрузки за счет веса бурового снаряда. Разбуренная порода непрерывно выносится из скважины восходящим потоком рабочего глинистого раствора, который подается по буровым трубам грязевым насосом.

Расчет скважины начинается с определения притока воды к скважине – дебита:

$$Q_c = \frac{2,73 \cdot K_{\phi} \cdot m \cdot S}{\lg \frac{R}{r}}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (17)$$

где K_{ϕ} – коэффициент фильтрации водоносного пласта, м/сут;

m – мощность водоносного пласта, м;

R и r – соответственно радиус влияния депрессионной воронки и радиус скважины, м.

S – принимается в размере 9% от m , т.е. $S = 0,09 \cdot 35 = 3,15$ м.

$$Q_c = \frac{2,73 \cdot 15 \cdot 35 \cdot 3,15}{\lg \frac{100}{0,5}} = 1962,92 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Количество скважин:

$$n = \frac{Q_{\text{общ}}}{Q_c}, \quad (18)$$

где $Q_{\text{общ}}$ – общий расход $\text{м}^3/\text{сут.}$;

Q_c – дебит скважины $\text{м}^3/\text{сут.}$

$$n = \frac{500}{1962,92} = 0,26 \approx 1 \text{ скважина.}$$

Также предусмотрена одна резервная скважина.

Диаметр фильтра определяется по формуле

$$D_{\phi} = \frac{Q_{\max}}{\pi \cdot l_{\phi} \cdot V_{\phi}}, \text{ м} \quad (19)$$

$$D_{\phi} = \frac{1947}{3,14 \cdot 17,5 \cdot 251,35} = 0,15 \text{ м.}$$

где Q_{\max} – подача насоса, м³/сут;

l_{ϕ} – длина рабочей водоприемной части фильтра, м.

Длина рабочей водоприемной части фильтра принимается в пластах с мощностью более 10 м по формуле

$$l_{\phi} = (0,5 \div 0,8)m = 0,5 \cdot 35 = 17,5 \text{ м.} \quad (20)$$

где V_{ϕ} – скорость фильтрации, м³/сут, определяется по формуле

$$V_{\phi} = 65 \cdot \sqrt[3]{K_{\phi}} = 65 \cdot \sqrt[3]{15} = 251,35 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (21)$$

Диаметр эксплуатационной колонны обсадных труб определяется по формуле

$$D_{\Sigma} = D_{\phi} + 50, \text{ мм.} \quad (22)$$

где D_{ϕ} – диаметр фильтра, мм.

Внутренний диаметр направляющей трубы равен:

$$D_{\text{н}} = D_{\Sigma} + 100, \text{ мм.} \quad (23)$$

где D_{Σ} – диаметр эксплуатационной колонны обсадных труб, мм.

$$D_{\Sigma} = 150 + 50 = 200 \text{ мм.}$$

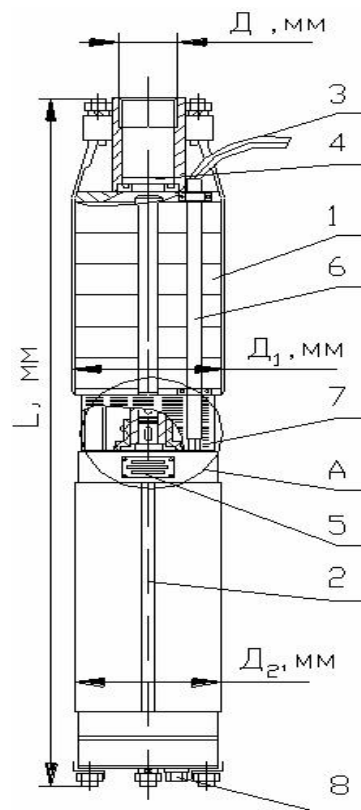
$$D_{\text{н}} = 200 + 100 = 300 \text{ мм.}$$

Диаметр забоя определяется по формуле

$$D_3 = \frac{D_\Phi}{3}, \text{ мм} \quad (24)$$

$$D_3 = \frac{150}{3} = 50 \text{ мм.}$$

В качестве насоса принимаем насос типа ЭЦВ 10-100-120. Насос устанавливается в скважине ниже уровня воды и соединяется с сетью с помощью труб Ø75 мм. Трубы соединяются с помощью фланцев. Подача насоса – 100 м³/ч, напор насоса – 120 м, вес агрегата – 306 кг, мощность – 55 кВт.



1 – насосная часть, 2 – электродвигатель, 3 – провода токопроводящие, 4 – клапан, 5 – табличка, 6 – кожух защитный, 7 – сетка защитная, 8 – сетка или пробка сливная

Рисунок 3 – Насос типа ЭЦВ

1.3.4 Подбор фильтра

Выбираем тип: фильтр на опорных каркасах трубчатый с щелевой перфорацией. Материал изготовления: трубы металлические. Особенности конструкции: скважность трубчатого каркаса фильтра 20÷25%. Диаметр отверстий определяется диаметром преобладающих фракций породы или обсыпки. В качестве засыпки затрубного пространства фильтра применяем гравий с фракцией размером 5 мм. Засыпка осуществляется в один слой толщиной 50 мм.

1.3.5 Расчет депрессионного влияния

При понижении в первой скважине уровня воды на S_1 , то во второй скважине происходит срезка уровня $t_{2.1}$. Аналогично, при понижении уровня воды во второй скважине. Учитываем степень взаимного влияния и делаем вывод о расположении скважин

$$\beta = \frac{Q'_1}{Q}, \quad (25)$$

$$\beta = \frac{0,04}{0,035} = 1,14.$$

Расход первой скважины, при понижении уровня воды на S_1 :

$$Q'_1 = Q_1 \left(1 - \frac{t_{1.2}}{S_1}\right) = 0,05 \cdot \left(1 - \frac{0,63}{3,15}\right) = 0,04 \text{ м}^3/\text{с} \quad (26)$$

Расход второй скважины, при понижении уровня воды на S_2 :

$$Q'_2 = Q_2 \left(1 - \frac{t_{2.1}}{S_2}\right) = 0,05 \cdot \left(1 - \frac{1,32}{4,41}\right) = 0,035 \text{ м}^3/\text{с} \quad (27)$$

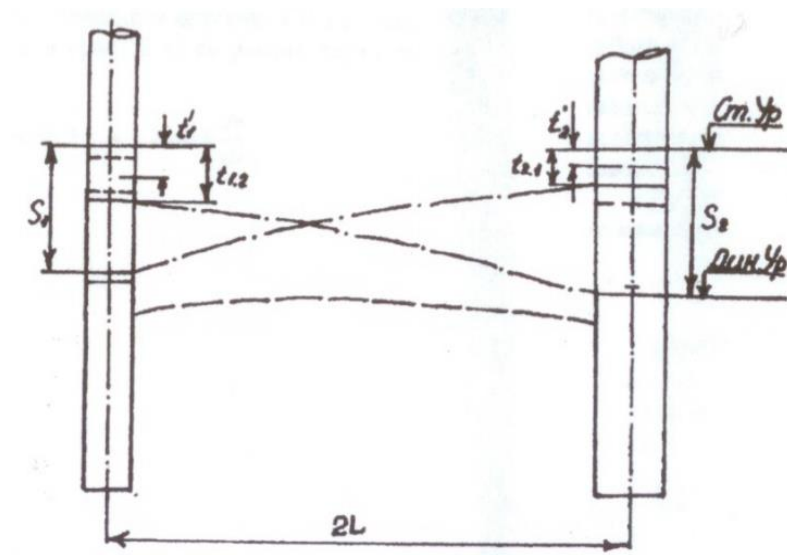


Рисунок 4 – Взаимное влияние скважин

Следовательно, делаем вывод о том, что скважины располагаем линейно, на расстоянии 5 м. относительно друг друга. Так как коэффициент депрессионного влияния $\beta = 1,14$ больше единицы, то радиус депрессионного влияния принимаем по таблице 8.

Таблица 8 – Радиусы влияния для водонапорного пласта по Щеголеву

| Водовмещающие породы | Радиус влияния, R, м |
|----------------------|----------------------|
| Пески: | |
| тонкозернистые | 25 – 50 |
| мелкозернистые | 50 – 100 |
| среднезернистые | 100 – 200 |
| крупнозернистые | 100 – 300 |
| грубозернистые | 300 – 400 |

1.3.6 Расчет грузоподъемного оборудования

Расчет производится по самому тяжелому элементу, по насосу

$$G = (G_p + f \cdot P_6 \cdot F) \cdot k \quad \text{кН}, \quad (28)$$

где G_p – вес насоса, кН;

f – коэффициент трения металла, 0,3;

P_6 – давление воды на 1 м² оборудования, 1,5 кН/м²;

k – коэффициент запаса, 1,5.

$$G = (3,1 + 0,3 \cdot 1,5 \cdot 1,8) \cdot 1,5 = 5,865 \text{ кН}.$$

Подобран кран «Пионер» стреловой грузоподъемностью 1 т, стационарный, представляет собой разборную конструкцию. Имеет следующие ха-

рактеристики: скорость подъема 0,74 м/с; мощность привода 4,25 кВт; габаритные размеры 4,5 × 2,0 × 6,0 м; масса 1790 кг.

1.3.7 Расчет водоподъемной установки и регулирующей емкости

Для подъема воды из водозаборных скважин, как правило, применяются погружные насосы. Работа насосов принимается в повторно-кратковременном режиме совместно с регулирующей емкостью. Производительность насосов при этом должна составлять не менее максимального часового расхода воды, для которого проектируется автономная система водоснабжения.

Полный напор насосной установки определен по формуле

$$H_p = H_{geom} + \sum H_{totl} + H_f \text{ м,} \quad (29)$$

где H_{geom} – геометрическая высота подъема воды от динамического уровня воды в водозаборном сооружении до расчетной точки, м;

$\sum H_{totl}$ – потери напора при движении воды до расчетной точки, м;

H_f – необходимый свободный напор в расчетной точке, принят 4 м для скважин с глубиной до 100 м.

$$H_p = 55,85 + 49,65 + 4 = 109,5 \text{ м.}$$

Регулирующий объем емкости определяется по формуле

$$W = \frac{q_{hr}}{4 \cdot n} = \frac{200}{4 \cdot 4} = 12,5 \text{ м}^3 \quad (30)$$

где q_{hr} – производительность насоса, м³/ч;

n – допустимое число включений насоса в час, для установок с безнапорным баком принимается равным до 4.

Полная вместимость емкостей:

$$V = B \cdot W = 1,2 \cdot 12,5 = 15 \text{ м}^3 \quad (31)$$

где B – коэффициент запаса вместимости бака, принимается 1,2-1,3.

1.3.8 Устройство устья подземного источника

Так как скважина будет использоваться круглогодично, в целях предотвращения промерзания устья скважины предусматриваем кессонное оборудование (утеплительный кожух). Кессон устраиваем от выступающей части устья и до глубины промерзания грунта.

Для защиты от ливневых вод устраивается глиняный замок с радиусом $R' = 1,5$ м, под уклоном $i = 0,1$ проводим прямую до кессона. Поверх глиняного замка для защиты от микробного проникновения устраивается железобетонное укрепление-отмоска с радиусом $R'' = 3,5$ м.

Марка кессона: Alta Kesson «Тип А» – 800×1000 мм.

Над устьем одной из скважин устраивается павильон, который будет служить насосной станцией второго подъема.

1.3.9 Защита от заиливания

Для промывки скважины при заиливании применяем погружной насос марки «Водомет 115/115», который погружается в скважину и производит откачку наносов. Подача насоса – 115 л/мин, напор – 115 м, максимальный размер перекачиваемых частиц – 1,5 мм. Потребляемая мощность – 2,2 кВт.

1.4 Расчет и проектирование насосных станций

1.4.1 Определение объема РЧВ

Полный объем резервуаров чистой воды определяется по формуле

$$W_{РЧВ} = W_{рег} + W_{соб.н} + W_{пож}, \text{ м}^3 \quad (32)$$

где $W_{рег}$ – регулирующий объем воды в резервуаре, м^3 ;

$W_{пож}$ – неприкосновенный запас воды на тушение пожара, м^3 ;

$W_{соб.н}$ – объем воды на собственные нужды станции, м^3 .

Расчет регулирующий емкости РЧВ приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Расчет регулирующей емкости резервуара чистой воды

| Часы суток | Подача воды НС-I подъема, % | Подача воды НС-II подъ- ема, % | Поступление воды в РЧВ, % | Расход воды из РЧВ, % | Остаток воды в РЧВ, % |
|---------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0–1 | 4,16 | 0,90 | 3,26 | | 4,4 |
| 1–2 | 4,16 | 0,90 | 3,26 | | 7,66 |
| 2–3 | 4,16 | 1,30 | 2,86 | | 10,52 |
| 3–4 | 4,16 | 1,95 | 2,21 | | 12,73 |
| 4–5 | 4,16 | 3,16 | 1 | | 13,73 |
| 5–6 | 4,17 | 3,16 | 1,01 | | 14,74 |
| 6–7 | 4,17 | 9,57 | | 5,4 | 9,34 |
| 7–8 | 4,17 | 8,57 | | 4,4 | 4,94 |
| 8–9 | 4,17 | 7,44 | | 3,27 | 1,67 |
| 9–10 | 4,17 | 5,84 | | 1,67 | 0 |
| 10–11 | 4,17 | 3,65 | 0,52 | | 0,52 |
| 11–12 | 4,17 | 3,65 | 0,52 | | 1,04 |
| 12–13 | 4,17 | 3,16 | 1,01 | | 2,05 |
| 13–14 | 4,17 | 3,16 | 1,01 | | 3,06 |
| 14–15 | 4,17 | 1,95 | 2,22 | | 5,28 |
| 15–16 | 4,17 | 5,34 | | 1,17 | 4,11 |
| 16–17 | 4,17 | 8,73 | | 4,56 | -0,45 |
| 17–18 | 4,17 | 7,92 | | 3,75 | -4,2 |
| 18–19 | 4,17 | 6,23 | | 2,06 | -6,26 |
| 19–20 | 4,17 | 7,23 | | 3,06 | -9,32 |
| 20–21 | 4,17 | 1,63 | 2,54 | | -6,78 |
| 21–22 | 4,16 | 1,14 | 3,02 | | -3,76 |
| 22–23 | 4,16 | 1,71 | 2,45 | | -1,31 |
| 23–24 | 4,16 | 1,71 | 2,45 | | 1,14 |
| Итого | 100 | 100 | 29,2 | 29,2 | 0 |

Объем регулирующей емкости резервуара составляет 14,74% суточного расхода воды:

$$W_{рег} = \frac{14,74 \cdot 500}{100} = 73,7 \text{ м}^3 \quad (33)$$

Объем регулирующей емкости резервуара на собственные нужды станции составляет 8% от $Q_{сут.макс}$:

$$W_{соб.н} = 0,08 \cdot Q_{сут.макс} = 0,08 \cdot 360 = 28,8 \text{ м}^3 \quad (34)$$

Полный объем резервуаров чистой воды:

$$W_{РЧВ} = 73,7 + 8,7 + 28,8 = 111,2 \text{ м}^3 \quad (35)$$

Для хранения рассчитанного объема воды принято 2 резервуара объемом 86,4 м³. Размеры резервуара – 3×6×4,8 м.

1.4.2 Определение уровней воды в РЧВ

Максимальная высота слоя воды в резервуаре и слоя противопожарного запаса воды составит:

$$h_{\max} = W / N \cdot F_p = 111,2 / 2 \cdot 18 = 3,1 \text{ м} \quad (36)$$

$$h_{\Pi} = W_{\Pi} / N \cdot F_p = 8,7 / 2 \cdot 18 = 0,5 \text{ м} \quad (37)$$

где W_{Π} – неприкосновенный противопожарный объем, м³;

W – полный объем РЧВ, м³;

N – количество резервуаров;

F_p – площадь одного РЧВ, м².

Заглубление резервуара задается из условия минимальной выемки грунта котлована под сооружение, равное половине высоты H_p .

По вычисленному значению высоты определяется отметка слоя пожарного запаса воды в резервуаре:

$$Z_{\Pi} = Z_{\text{д}} + h_{\Pi} = 201 + 0,5 = 201,5 \text{ м} \quad (38)$$

Максимальный уровень воды в резервуаре:

$$Z_{p.\max} = Z_{\text{д}} + h_{\max} = 201 + 3,1 = 204,1 \text{ м} \quad (39)$$

Найденные отметки представлены на рисунке 5.

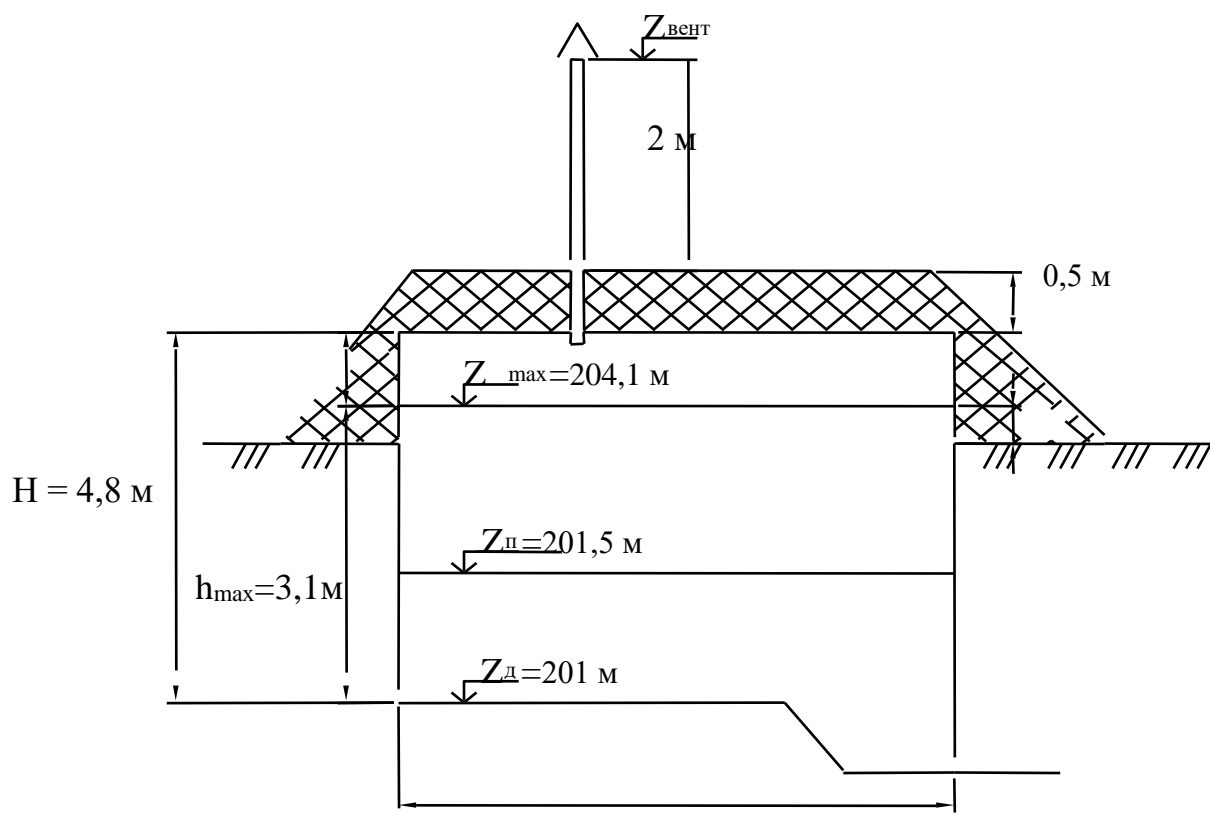


Рисунок 5 – Схема РЧВ

1.4.3 Насосная станция II подъема

Насосами этой станции подается очищенная вода из резервуаров чистой воды (РЧВ) непосредственно к потребителю. Поэтому подачу насосной станции II подъема определяют в зависимости от режима водопотребления населенного пункта.

Напор насосов станции II подъема определяют после полного расчета сети. Напор на станции должен быть достаточным для обеспечения требуемого свободного напора в сети населенного пункта с учетом потерь напора в сети и рельефа местности.

1.4.4 Определение требуемого напора насосов

Насосы – гидравлические машины, предназначенные для перекачивания жидкостей. Преобразуя механическую энергию движущейся жидкости, насосы поднимают жидкость на определенную высоту, перемещают ее на необходимое расстояние в горизонтальной плоскости или заставляют циркулировать в какой-либо замкнутой системе.

Расчетные расходы всасывающих и напорных линий определили из условия одинакового распределения подаваемой воды по трубопроводам:

– для всасывающего трубопровода:

$$Q_{p.вс} = Q_{нс}/3600(n_{вс} - 1) \text{ м}^3/\text{с}; \quad (40)$$

$$Q_{p.вс} = 500/3600 \cdot 1 = 0,13 \text{ м}^3/\text{с},$$

– для напорного трубопровода:

$$Q_{p.н} = Q_{нс}/3600 \cdot n_{н} \text{ м}^3/\text{с}; \quad (41)$$

$$Q_{p.н} = 500/3600 \cdot 2 = 0,07 \text{ м}^3/\text{с},$$

где $n_{вс}$ и $n_{н}$ – соответственно число всасывающих и напорных линий.

Количество напорных водоводов, в зависимости от категории надежности, определяются по СП 31.13330.2012 с учётом снижения или прекращения подачи воды потребителю в аварийной ситуации, т.е. на пропуск воды по оставшимся в работе водоводам.

Уточнение количества водоводов производится путём расчётов на пропуск требуемого расхода, но в любом случае число напорных водоводов принимается не менее двух ($n_{н} = 2$).

Число всасывающих трубопроводов $n_{вс}$ соответствует числу рабочих насосов. Для всасывающих трубопроводов рекомендуется принимать стальные трубы.

– диаметр для всасывающего трубопровода:

$$D_{вс} = [(4Q_{p.вс})/(\pi v_{вс})]^{1/2} \quad (42)$$

$$D_{вс} = [(4 \cdot 0,13)/(3,14 \cdot 1)]^{1/2} = 0,4 \text{ м},$$

– диаметр для напорного трубопровода:

$$D_{н} = [(4Q_{p.н})/(\pi v_{н})]^{1/2} = [(4 \cdot 0,07)/(3,14 \cdot 2)]^{1/2} = 0,2 \text{ м}, \quad (43)$$

где $v_{вс}$ и $v_{н}$ – скорости движения воды в трубопроводах насосных станций, м/с (предварительное значение скоростей на всасывающих и напорных трубопроводах приняли равными: $v_{вс} = 1,0$ м/с, $v_{н} = 2,0$ м/с).

Приняты $D_{вс} = 400$ мм и $D_{н} = 200$ мм.

Полный рабочий напор насоса:

$$H_{н} = H_{г} + h_{w.вс} + h_{w.н} = 3,5 + 1,5 + 3,37 \approx 8,37 \text{ м}, \quad (44)$$

где H_{Γ} – геометрическая высота подъема воды, м;

$h_{w.bc}$ – потери напора на всасывающем трубопроводе, м;

$h_{w.h}$ – потери напора в напорном водоводе от насосной станции до диктующей точки, м.

Геометрическая высота подъема воды:

$$H_{\Gamma} = H_Z = 3,5 \text{ м}, \quad (45)$$

где H_Z – разность отметок поверхности земли у диктующей точки $Z_{\partial.m.}$ и расчетного (пожарного) уровня в резервуаре чистой воды $Z_{\Pi PЧВ}$ м.:

$$H_Z = Z_{\partial.m.} - Z_{\Pi} \text{ м}, \quad (46)$$

$$H_Z = 205 - 201,5 = 3,5 \text{ м}.$$

Потери напора:

- на всасывающем трубопроводе:

$$h_{w.bc} = S_{0.bc} L_{bc} Q_{p.bc}^2 + h_{k.bc} = 5,514 \cdot 10^{-9} \cdot 30 \cdot 0,13^2 + 1,5 \approx 1,5 \text{ м}, \quad (47)$$

$$h_{w.h.l} = h_{w.y.} + h_{k.h.} \quad (48)$$

$$H_{w.h.l} = 1,37 + 2 = 3,37 \text{ м}.$$

где $h_{k.h}$ – потери напора в коммуникациях внутри насосной станции, на напорной линии, м; принимаются равными, 2,0 м;

$h_{w.yч}$ – потери напора на участках до диктующей точки, 1,37 м:

Полная высота подъема насосов определяется по формуле

$$H_n = H_{\Gamma} + H_{cb}, \text{ м} \quad (49)$$

$$H_n = 3,5 + 26 = 29,5 \text{ м}$$

где H_{cb} – требуемый свободный напор над поверхностью земли в диктующей точке, определяется по формуле

$$H_{cb} = 4 \cdot (n - 1) + 10 = 4 \cdot (4 - 1) + 10 = 26 \text{ м} \quad (50)$$

1.4.5 Подбор насосов

Насосы в насосной станции II подъема, как правило, работают совместно, в параллельном режиме подачи воды в водовод, т.е. несколько насосов подают воду в одну систему. Подбор марки насосов производится по требуемым подаче $Q_H = 81 \text{ м}^3/\text{ч}$ и напору $H_H = 34,37 \text{ м}$.

Приняты 1 рабочий и 1 резервный насосы WILO IPL 65/155-7,5/2 со следующими техническими характеристиками: подача – $90 \text{ м}^3/\text{ч}$; напор – 30 м; частота оборотов – 2900 мин^{-1} ; мощность электродвигателя – 7,5 кВт; габариты $L \times B \times H = 640 \times 320 \times 490 \text{ мм}$.

1.5 Расчет водопроводных очистных сооружений

1.5.1 Исходные данные для проектирования водопроводных очистных сооружений

Таблица 10 – Химический анализ качества воды источника водоснабжения

| Показатель | Единица измерения | Результаты определения | Норма |
|----------------------|-------------------|------------------------|-------|
| Мутность | мг/л | 30 | 1,5 |
| Цветность | град | 10 | 20 |
| Запах (характер) | балл | 0 | 2 |
| Привкус (характер) | балл | 0 | 2 |
| Жесткость воды | мг-экв/л | 4,1 | 7 |
| рН | | 7,3 | 6-9 |
| Окисляемость | мг/л O_2 | 4 | 5 |
| Железо | мг/л | 7 | 0,3 |
| Марганец | мг/л | 4 | 0,1 |
| Сульфаты SO_4^{2-} | мг/л | 1,82 | 500 |
| Хлориды | мг/л | 8,94 | 350 |
| Нитраты NO_3^- | мг/л | 1,39 | 45 |

На основании расходов и анализа данных исходной воды предлагается схема водоподготовки на основе блочно-модульной станции очистки подземных вод.

1.5.2 Блочно-модульная станция очистки подземных вод

Блок химводоподготовки в блочно-модульном исполнении типа БХВ предназначен для очистки воды до качества, отвечающего требованиям Сан-ПиН 2.1.4.559-96 «Вода питьевая».

Блок химводоподготовки может эксплуатироваться в районах со следующими климатическими условиями:

- высота установки над уровнем моря не более 1000 м;
- температура окружающего воздуха от -50°C до +55°C;
- среднесуточная относительная влажность воздуха до 80 % при +15°C;
- вес снегового покрова до 1,5 кПа 150 кгс/м²
- нормативное значение ветрового давления до 0,48 кПа (48 кгс/м²).
- отсутствие в окружающей среде токопроводящей пыли, химически активных газов и испарений.

Основные технические параметры станции типа ВП:

| | |
|--|------------------------------------|
| Производительность, м ³ /сутки | от 1 до 500 |
| Режим работы оборудования | автоматический, круглосуточный |
| Занимаемая площадь | от 6 до 18 м ² |
| Высота оборудования, мм | не более 2300 |
| Количество обслуживающего персонала, чел. | не более 1 чел. час/сутки |
| Питание оборудования осуществляется от сети переменного тока | напряжение 220 В+10%, частота 50Гц |

Особенностью установок ВП является:

1. Использование железобактерий, увеличивающих скорость окисления растворённого железа не менее, чем в 20 раз, по сравнению с обычным его окислением;
2. Отсутствие специальных реагентов;
3. Удаление посторонних газов;
4. Использование чистых биологических процессов;
5. Обеззараживание ультрафиолетом;
6. Минимальное энергопотребление.

Принципиальная схема очистки воды представлена на рисунке 6.

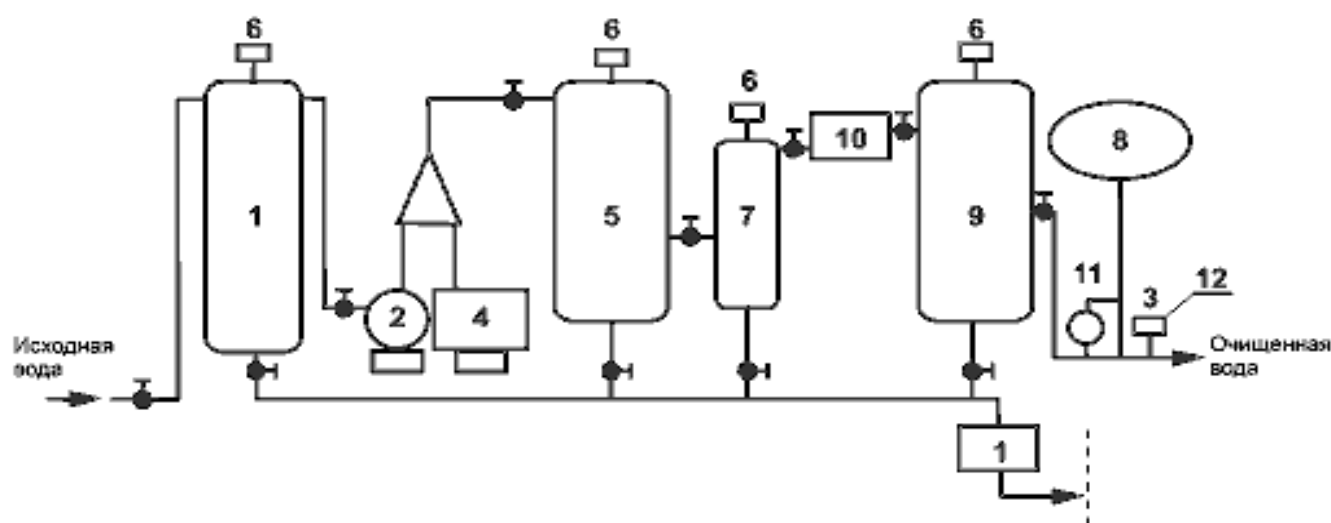


Рисунок 6 – Принципиальная схема очистки воды

Вода из скважины поступает в фильтр 1 с фильтроэлементами из нержавеющей сетки с величиной пор до 20-40 мкм. Если напор водопровода недостаточен, то вода после фильтра 1 поступает в насос 2. После насоса 2 вода проходит через водоструйный насос 3, где создается зона зарядки, в которую компрессором 4 нагнетается воздух, используемый железобактериями (заселяющими специальную загрузку в биореакторе 5 для окисления растворенного закисного железа с переводом его в нерастворимое окисное железо (ржавчину).

Одновременно в биореакторе 5 происходит "отдув" посторонних газов (сероводорода и др.) с их удалением через воздушник 6 в атмосферу. Далее вода освобождается от ржавчины, тяжелых металлов, марганца, взвешенных веществ в фильтре 7 с полипропиленовыми фильтроэлементами, имеющими поры до 10 мкм и поступает в фильтр 9 с фильтроэлементами из пористого титана с величиной пор 10 мкм, защищенных чулками из полипропилена.

В фильтре 9 осуществляется дополнительное удаление из воды окисленного железа, мельчайшей взвеси и бактерий, на которые губительно воздействует титан. При необходимости доочищенная вода дополнительно обеззараживается, проходя через бактерицидные лампы 10. Удаление воздуха с посторонними газами осуществляется также через воздушники 6, установленные на фильтрах 1, 7 и 9. Постоянный напор в водоразборной сети поддерживается гидроаккумулятором 8, от изменения давления в котором включаются и отключаются повысительный насос 2 (или артезианский насос, если вода подается из скважины) и компрессор 4. Накапливающиеся в фильтрах 1, 7 и 9 и биореакторе 5 осадки периодически сбрасываются в канализацию с разрывом струи через бачок слива осадков 13.

Полипропиленовые фильтроэлементы заменяются на новые после выработки их ресурса через 6-12 месяцев. Титановые фильтроэлементы имеют срок эксплуатации более 10 лет (при условии их очистки и периодической регенерации).

Установки для очистки воды типа ВП предлагаются только индивидуального исполнения. В результате Заказчик получает установку, оснащённую системой очистки воды под конкретные требования на основе предварительного анализа исходной воды на содержание вредных примесей с учётом планируемого объёма потребления воды. Результат определяется по данным окончательного анализа воды после монтажа установки и сдачи её в эксплуатацию. Данный подход к решению проблемы очистки воды имеет безупречно высокий уровень эффективности и значительно превышает показатели существующих отечественных и зарубежных аналогов при заметном выигрыше в цене.

1.5.3 Конструктивное выполнение блочно-модульной станции

Конструкция блок-бокса имеет каркасно-панельное решение. Каркас блока жесткий, сваренный из гнутых, прокатных металлических профилей. Стеновые панели – бескаркасные марки «Златпанель» толщиной 80 мм.

Металлическая обшивка панелей – тонколистовая оцинкованная сталь с полимерным покрытием. Утеплитель панелей - минеральная плита на основе базальтовых волокон. На нижней несущей балке блок-бокса имеются грузовые цапфы для строповки. Для удобства подвода кабелей блок-бокс подстанции устанавливается на свайные основания на высоте 1,5 м от планировочной отметки земли. Блок-бокс поставляется с площадкой обслуживания. Конструкция блок-боксов БХВ обеспечивает свободный доступ для обслуживания и ремонта электрооборудования.

1.5.4 Биореактор для обработки природных вод

Биореактор для обработки природных вод (Патент РФ 2194672) представляет собой ёмкость с расположенной в ее рабочей зоне насадкой, с закрепленными микроорганизмами, за счет метаболизма которых обеспечивается деструкция железоорганических и других комплексных соединений, имеющую систему подвода обрабатываемой воды, обеспечивающей образование восходящего потока в рабочей зоне биореактора при скорости не выше 3-4 мм/с и при самопроизвольном сбросе избыточной биомассы в осадконакопитель в нижней части конического днища биореактора.

Особенностью биореактора является то, что насадка выполнена в виде рулона из капроновой нитяной сетки (дели) и объемной сетки, в поперечном сечении представляющего собой двойную архимедову спираль с шагом, равным толщине сеток, установленного в корпусе с возможностью вращения вокруг вертикальной оси и оснащенного крыльчаткой, закрепленной в нижней части рулона на уровне патрубка подвода обрабатываемой воды, тангенциально соединенного с конической частью корпуса.

Данный биореактор позволяет улучшить эксплуатационные характеристики и эффективность обработки природных вод, содержащих комплексорганические формы металлов, в частности железа и марганца.

Фильтрующие элементы из нержавеющей сетки применяются для очистки питьевой воды, сточных вод, очистки масел, агрессивных сред от механических взвесей, мутности.

Изготавливаются диаметром 50 мм и 70 мм, длиной 10 дюймов и 20 дюймов (далее длина составляется при помощи специальных адаптеров).

Состоит из обечайки (стальной или специальной пластмассы), сетки саржевого плетения, определенного размера пор. Устанавливается в корпус фильтра при помощи адаптеров, изготовленных из пищевой резины или специальной резины для агрессивных сред.

Размер пор фильтроэлементов из нержавеющей стальной сетки изготавливаются по желанию клиента с учетом входных и требуемых выходных параметров очищаемой жидкости размер от 10 мкм до 150 мкм и выше.

Сетчатые фильтроэлементы промываются обратным потоком воды и служат около 15-20 лет.

Таблица 11 – Эффект очистки фильтров

| Показатели | Единица измерения | Качество исходной вода | Вода после фильтра | Качество очистки % |
|-----------------------------------|-------------------|------------------------|--------------------|--------------------|
| Железо ³⁺ (гидроокис.) | мг/л | 7 | 0,84 | 88 |
| Мутность | ЕМ/л | 30 | 25,2 | 16 |

Фильтрующие элементы из полипропилена представляют собой многослойную цилиндрическую конструкцию из полипропиленовых волокон с повышающейся степенью отделения частиц по слоям за счет изменения плотности упаковки и диаметра волокон. Принцип фильтрования основан на фракционном отделении частиц за счет постепенного повышения тонкости отсека по слоям фильтрующего элемента. Благодаря этому обеспечивается высокая производительность и эффективность очистки, длительный срок службы фильтрующих элементов.

Основные преимущества фильтров:

- регулируемое изменение пористости глубинного фильтрующего слоя позволяет изготавливать фильтрующие элементы, сочетающие в себе финишный фильтр и предфильтр; широкий диапазон фильтрующих элементов с эффективностью удерживания частиц от 0,2 мкм до 100 мкм.
- многослойная пористая структура обеспечивает повышенную грязеемкость фильтроэлемента по сравнению с аналогами.
- отсутствие миграции волокон из фильтрующего слоя.
- при фильтрации водных растворов не требуется предварительная гидрофилизация.
- высокая химическая стойкость к широкому спектру химических реагентов.
- низкое содержание экстрагируемых веществ, отсутствие связующих, смазок и поверхностно-активных веществ при производстве.
- диапазон рабочих температур до 80°C.
- невысокая стоимость фильтрующих элементов.

Таблица 12 – Эффект очистки фильтров с полипропиленом

| Показатели | Единица измерения | Исходная вода | Вода после фильтра | Качество очистки % |
|-------------|-------------------|---------------|--------------------|--------------------|
| Железо (2+) | мг/л | 0,8 | 0,52 | 35 |
| Марганец | мг/л | 4 | 0,12 | 97 |
| Мутность | мг/л | 25,2 | 2,52 | 90 |

Фильтрующие элементы из пористого титана применяются для очистки холодной и горячей воды, а также для финишной очистки хозяйственно-бытовых и промышленных стоков от химических соединений (солей тяжелых металлов, нитратов, железа, алюминия, четыреххлористого углерода, нефтепродуктов, свободного хлора), улучшают органолептические свойства питьевой воды без изменения ее минерального состава, снижают содержание в питьевой воде бактерий кишечных палочек (до требования ГОСТ 2874-82 по

микробиологическим показателям воды при содержании БГКП в исходной воде до 1×10 в 1 л) и уменьшают содержание полифагов (см. табл.).

Изготавливаются длиной 10 дюймов и 20 дюймов, внешний диаметр – 50 мм. Размер пор от 3 микрон до 15 микрон.

Таблица 13 – Эффективность очистки фильтров с пористым титаном

| Показатели | Единицы измерения | Исходная вода | Вода после фильтра | Качество очистки % |
|----------------------|-------------------|---------------|--------------------|--------------------|
| Железо ⁺⁺ | мг/л | 0,52 | 0,2 | 40 |
| Марганец | мг/л | 0,12 | 0,09 | 15 |
| Мутность | мг/л | 2,52 | 0,25 | 90 |

1.5.5 УФ-установка для обеззараживания воды

Наиболее распространенным способом обеззараживания воды в настоящее время является хлорирование. Однако, этот способ не свободен от ряда недостатков. Токсичность хлора требует особых мер предосторожности при его хранении, транспортировании, дозировании. Необходим постоянный контроль за дозой хлора.

Обеззараживающее действие хлора является не мгновенно, а требует двухчасового контакта воды с хлором. Хлор действует только на вегетативные виды бактерий; спорообразующиеся бактерии при обычных дозах хлора не погибают. Для ТЭЦ наиболее опасным является соединение хлора с органическими составляющими воды, образующими стойкие твердые отложения внутри котла, приводящее к снижению образования пара, к снижению КПД котла, приводящее в целом к повышенной амортизации котлового оборудования.

Из-за всех этих недостатков хлорирования, рекомендуются введение в эксплуатацию на промышленных объектах – бактерицидных облучателей. Этот способ полностью автоматичен, не требует введения в воду дополнительных реагентов, не влияет на органолептические свойства воды и действует не только на вегетативные бактерии, но и на бактериальные споры. Действие бактерицидного облучателя практически мгновенно, вода, прошедшая через установку, может сразу же поступать в промышленный цикл.

Обеззараживание воды происходит вследствие фотохимического воздействия на бактерии, находящиеся в воде, ультрафиолетовой бактерицидной энергией, излучаемой специальными лампами.

Расход электроэнергии на обеззараживание 1 м^3 воды из поверхностных источников бактерицидным излучением, составляет до 30 кВт·ч.

Основными факторами, влияющими на процесс обеззараживания воды бактерицидными облучателями, являются: а) бактерицидный поток используемых источников облучения; б) поглощение излучения водой; в) сопротивляемость бактерий воздействию бактерицидных лучей.

Для обеззараживания воды могут быть использованы аргоно-ртутные лампы низкого давления, типа БУВ-30 и БУВ-60П, ртутно-кварцевые лампы высокого давления типа ПРК-7 и РКС-2,5.

Характеристика ламп для бактерицидного облучения дана в таблице 14.

Таблица 14 – Характеристика ламп для бактерицидного облучения

| Тип ламп | Потребляемая мощность электрической энергии, Вт | Номинальная мощность лампы Вт·ч | Напряжение, В | | Сила тока на лампе, А | Бактерицидная облученность, мкВт/см ² ·м | Бактерицидный поток в лампе, Вт | |
|----------|---|---------------------------------|---------------|----------|-----------------------|---|---------------------------------|-----------|
| | | | в сети | на лампе | | | номинальный | расчетный |
| БУВ-15 | 19 | 15 | 127 | 57 | 0,3 | 12 | 1,2 | 0,8 |
| БУВ-30 | 36 | 30 | 220 | 110 | 0,32 | 30 | 3,2 | 2 |
| БУВ-30П | 38 | 30 | 127 | 46 | 0,65 | 21 | 2,5 | 1,7 |
| БУВ-60П | 72 | 60 | 220 | 100 | 0,65 | 100 | 6 | 4 |
| ПРК-7 | 1000 | 1000 | 220 | 135 | 8 | - | 50 | 35 |
| РКС-2,5 | 2500 | 2500 | 220 | 850 | 3,4 | - | 125 | 50-75 |

1.5.6 Установки с источниками бактерицидного излучения

Применение бактерицидного излучения для обеззараживания воды возможно как при размещении этих источников в воздухе над свободной поверхностью облучаемой воды, так и при погружении их в воду в кварцевых чехлах, защищающих их от влияния температуры воды.

Установки для обеззараживания воды делятся на два типа: с не погруженными и погруженными источниками бактерицидного излучения. Для обеззараживания воды из подземного источника принята установка с погруженным источником бактерицидного облучения.

В конструктивном отношении она представляет собой несколько последовательно соединенных герметических камер, в которых размещены несколько бактерицидных ламп в кварцевых чехлах. Эти установки предназначены для обеззараживания воды в напорной системе водопроводов с рабочим давлением до 5 атмосфер.

Обеззараживаемая вода проходит непрерывным потоком через несколько камер, подвергаясь бактерицидному воздействию ламп. Лампы размещены в кварцевых чехлах. Внутри каждой камеры находится по четыре перегородки, при помощи которых вода дважды приближается к источнику бактерицидного излучения, занимающему центральную часть камеры. Установка при помощи переходных патрубков присоединяется к напорному трубопроводу.

Каждая секция производительностью 30 м³/час состоит из последовательно соединенных камер (от 2 до 5, в зависимости от расчета).

Технические характеристики бактерицидного облучателя приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Технические характеристики бактерицидного облучателя

| Наименование показателей | Единица измерения | Значение |
|--|---------------------|--|
| Тип воды | | Вода из подземного источника |
| Производительность установки | м ³ /ч | 87 |
| Доза УФ облучения | мДж/см ² | 25 |
| Потери напора в установке за счет гидравлического сопротивления | см вод.ст. | 40 |
| Минимальный и максимальный расходы | м ³ /ч | 20-140 |
| Условный диаметр входного и выходного патрубков камеры обеззараживания | мм | 150 |
| Рабочее давление в камере обеззараживания, не более | МПа (бар) | 1(10) |
| Разрежение в камере обеззараживания, не более | МПа (бар) | -0,01 (-0,1) |
| Тип лампы | | ДБ 300Н |
| Количество ламп в камере | шт. | 10 |
| Срок службы лампы, не менее | ч | 12000 |
| Напряжение питания | В | 220±10% |
| Коэффициент мощности, не менее | | 0,96 |
| Габариты: – камера обеззараживания – пульт управления – насос промывочный | мм | 1231x450x410 800x600x252 512x210x345 |
| Объем камеры обеззараживания | дм ³ | 42 |

УФ-облучатель изображен на рисунке 7.

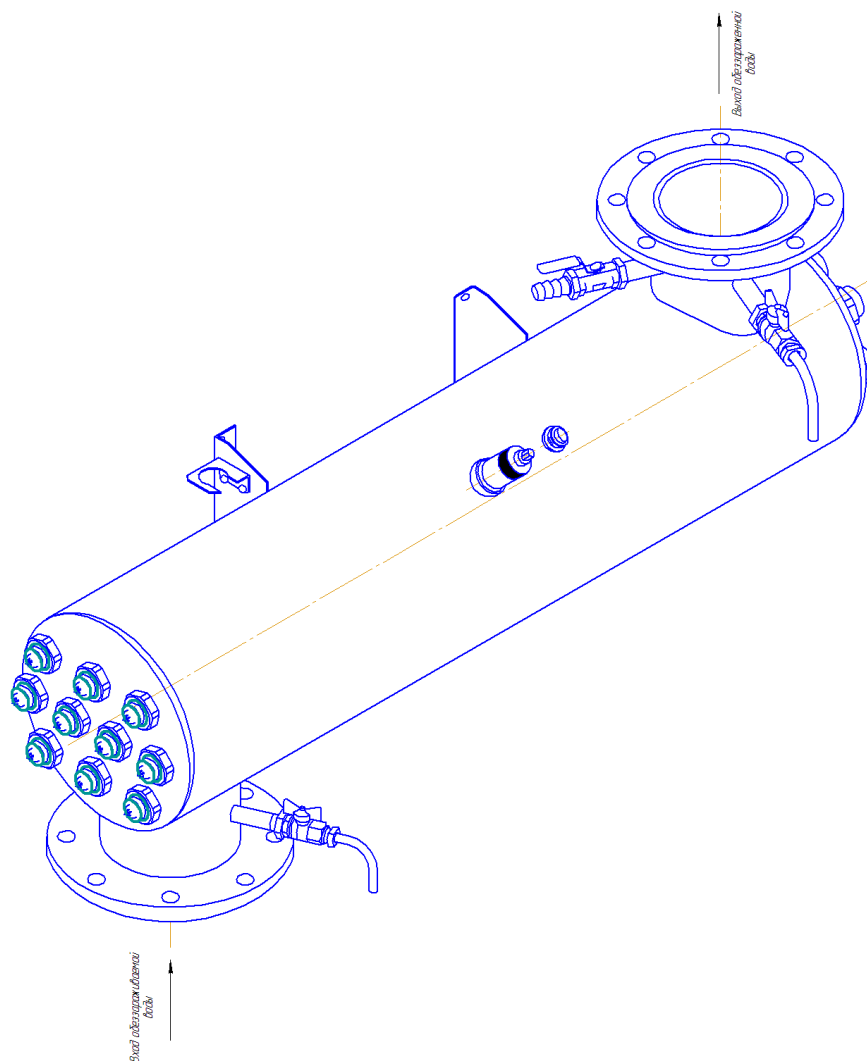


Рисунок 7 – УФ-облучатель

1.5.7 Расчет установки для обеззараживания воды бактерицидным излучением

Расчетный бактерицидный поток рассчитывается по формуле

$$F_6 = \frac{Q_6 \cdot \alpha \cdot \log(P \div P_0)}{1563,4 \cdot \mu \cdot \mu} \quad (51)$$

где $Q_{\text{час}}$ – расчетный расход обеззараживаемой воды, м³/ч;

α – коэффициент поглощения облучаемой воды см⁻¹, для обработанной воды из поверхностных источников водоснабжения 0,3 см⁻¹.

K – коэффициент сопротивляемости облучаемых бактерий, принимаемый равным 2500;

P_0 – количество бактерий в 1 л воды, максимальное расчетное загрязнение исходной воды принимаемое равны коли-индексу $P_0 = 1000$;

P – количество бактерий после облучения;

η – коэффициент использования бактерицидного потока, для установок с погруженным источником погружения 0,9;

η_0 – коэффициент использования бактерицидного излучения, зависящий от толщины слоя воды, ее физико-химических свойств и конструктивного типа установки, равным 0,9.

$$F_6 = \frac{20,8 \cdot 0,3 \cdot \log(248)}{1563,4 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 0,1 \text{ м}^2$$

Расход электроэнергии на обеззараживание воды вычисляется по формуле

$$S = \frac{N_n}{Q_{\text{час}}} \text{ Вт} \cdot \text{ч/м}^3 \quad (52)$$

где N – мощность, потребляемая одной лампой;

$$S = \frac{60}{77} = 0,78 \text{ Вт} \cdot \text{ч/м}^3$$

Потребляемое количество ламп составит:

$$n = \frac{F_6}{N_n} \quad (53)$$

$$n = \frac{0,1}{60} \approx 1$$

Эффективность очистки предложенной схемы водоподготовки составляет 96-98,9%.

1.6 Оценка воздействия проектируемой системы водоснабжения на окружающую природную среду

В результате водоподготовки происходит воздействие на водный объект за счет изъятия воды.

1.6.1 Оценка воздействия на атмосферный воздух

При расчете загрязнений атмосферы пылевыми выбросами при бурении скважин исходят из того, что практически все буровые станки выпускаются промышленностью со средствами пылеочистки:

Расчет максимально разовых выбросов определяют по формуле

$$Q_z = \frac{n \cdot z \cdot (1 - \eta)}{3600}, \text{ г/с} \quad (54)$$

где n – количество одновременно работающих буровых станков при использовании бурового пыли, выделяемое при бурении одним станком, г/ч;

z – количество пыли, выделяемое при бурении одним станком, г/ч

η – эффективность системы пылеочистки в долях (для рукавного фильтра – 0,95%).

$$Q = \frac{1 \cdot 396 \cdot (1 - 0.95)}{3600} = 0,0055 \text{ г/с}$$

В качестве мероприятий по снижению выбросов пыли при сооружении скважин предлагаем применить пневматический бурильный молоток для бурения мокрым способом.

Количество снижения пыли определяется как разница между традиционным бурением и предлагаемым:

$$Q = Q_{\text{трад}} - Q_{\text{предл}} = 0,0055 - 0,005 = 0,0005 \text{ г/с} \quad (55)$$

Установка водоподготовки не создает выбросов в атмосферу, поскольку для обеззараживания воды применяется кавитационная технология.

1.6.2 Расчет зон санитарной охраны

Зоны санитарной охраны (далее ЗСО) предусматривают с целью обеспечения санитарно-эпидемиологической надежности водозаборов. ЗСО делятся на три пояса:

Первый пояс ЗСО – пояс строгого режима. Предотвращает случайное загрязнение подземных вод и охватывает скважины с учетом перспективного развития. Определяется в зависимости от прилегающей территории, так как у нас вокруг лес, то границы первого пояса составляют 30 м во все стороны.

Второй пояс ЗСО – рассчитывается с учетом времени продвижения микробного загрязнения воды до водозабора, устанавливается в зависимости от климатических районов и определяется по формуле

$$R_2 = \sqrt{\frac{Q \cdot T_M}{\pi \cdot m \cdot n}}, \text{ м} \quad (57)$$

где Q – расход скважины, м³/сут;

T_M – время микробного продвижения к скважине, 5-10 суток;

m – мощность водоносного пласта, м;

n – пористость водоносного пласта 0,22 м.

$$R_2 = \sqrt{\frac{500 \cdot 10}{3,14 \cdot 35 \cdot 0,22}} = 14,38 \text{ м.}$$

Третий пояс ЗСО – рассчитываем с учетом времени продвижения химического загрязнения воды до водозабора. Рассчитываем по формуле

$$R_3 = \sqrt{\frac{Q \cdot T_H}{\pi \cdot m \cdot n}}, \text{ м} \quad (58)$$

где Q – то же, что и в формуле (57);

T_H – время эксплуатации скважины, 10-35 лет;

m – то же, что и в формуле (57);

n – то же, что и в формуле (57).

$$R_3 = \sqrt{\frac{500 \cdot 35}{3,14 \cdot 35 \cdot 0,22}} = 26,9 \text{ м.}$$

Средний пояс строгой охраны определяется как среднеарифметическое второго и третьего поясов ЗСО:

$$R = \frac{R_2 + R_3}{2}, \text{ м} \quad (1.5.6)$$

где R_2 – второй пояс ЗСО, м;
 R_3 – третий пояс ЗСО, м.

$$R = \frac{14,38+26,9}{2} = 20,64 \text{ м.}$$

2. Технология и организация строительного производства при замене участка водопроводной сети методом ГНБ

Прокладка наружных инженерных сетей с использованием бестраншейных технологий последние годы находит всё большее распространение. Метод бестраншейной прокладки позволяет выполнить работу быстро, с минимальным созданием неудобств для транспорта, пешеходов и не нарушая нормального ритма работы города.

Из бестраншейных технологий наибольшее распространение получила технология горизонтального направленного бурения (ГНБ).

Диаметр прокладываемых коммуникаций – от нескольких сантиметров до двух метров. Особенности прокладки зависят от условий, в которых необходимо выполнить работу и от правильно выбранного оборудования.

До начала строительства на местности уточняется проектное положение водопровода.

Прокладка участков водопроводной сети способом наклонно-направленного бурения должны выполнять специализированные организации, имеющие необходимое оборудование и соответствующую лицензию.

Работы по бурению рекомендуется выполнять при положительных температурах окружающего воздуха. Работа по прокладке протяженных водоводов при отрицательных температурах окружающего воздуха должна выполняться круглосуточно при непрерывной работе всех систем, бурильная установка и резервуары с буровым раствором должны находиться в укрытии с температурой воздуха не ниже плюс 5 °С. Не рекомендуется планировать работы на период, когда возможно понижение температуры до минус 20 °С.

При строительстве водоводов незначительной длины (до 100 м) и диаметром до 110 мм допускается протаскивание трубопровода с одновременным расширением бурового канала.

Нормативными документами, регламентирующими расчёты проектирование горизонтально направленного бурения, являются:

1. СП 36.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85, утверждён приказом № 108/ГС, изданным Госстроем 25.12.12. Указанный документ посвящён магистральным трубопроводам

2. СП 86.13330.2014. актуализированной версией СНиП за номером III-42-80, утверждён приказом № 61/пр, изданным Минстроем РФ 18.02.14. Указанный документ также касается магистральных трубопроводов.

3. СТО НОСТРОЙ 2.27.17-2011, утверждён 05.12.11 решением Совета НОС.

2 Технология и организация строительного производства при замене участка водопроводной сети методом ГНБ

2.1 Технология производства работ методом ГНБ

Технология производства работ по бестраншейной прокладке водопроводов включает следующие этапы:

1. Бурение пилотной скважины

Пилотное бурение является ответственным этапом. Горизонтально направленное бурение проводится по заранее спланированной траектории с выходом в заданной точке на поверхность или в приемный котлован. УГНБ закрепляется на исходной точке и буровая головка с находящимся в корпусе зондом прикрепленная к первой штанге, поступательным движением вводится в грунт, в положении 6 часов затем навинчивается следующая штанга, образуя плетень штанг. Буровая штанга предназначена для того чтобы передавать вращение и давление от буровой установки, а также подавать буровой раствор к инструменту для образования скважины. Буровые штанги соединяются между собой посредством конического резьбового соединения. Чтобы облегчить вхождение буровой головки в грунт, выкапывают стартовый котлован. Он помогает создать оптимальные условия для входа под нужным углом буровой головки, а также предназначен для приема пульпы (смесь бурового раствора и грунта) выходящей на поверхность при бурении. Буровой раствор подается под давлением через сопла буровой головки. Он выполняет ряд функций: смазка и охлаждение бурового инструмента, транспортировка (вынос) грунта из скважины, удержание и стабилизация стенок скважины, исключение выпадения в осадок частиц грунта при остановке бурения, передача гидравлической энергии на привод активных буровых головок (турбобуров). Реальное количество бурового раствора, которое нужно закачать, чтобы удалить грунт из скважины и надежно поддерживать в стабильном состоянии не обсаженную скважину, как правило, превышает объем извлеченного грунта, порой очень существенную. Этот фактор зависит от типа грунта и других факторов. При выполнении пилотного бурения нужно тщательно осматривать поверхность на предмет случайного выхода бурового раствора.

Пилотное бурение начинается с прямого касательного отрезка, наклоненного под углом в грунт. Этот отрезок нужен для того чтобы обеспечить достаточную глубину для проведения безопасного процесса бурения. Затем буровая головка вращательно-поступательным движением направляется по широкой дуговой траектории до места, где траектория выходит на горизонтальный отрезок, который продолжается до следующего поворота по направлению на точку выхода в приемный котлован. Траектория бурения отслеживается путем получения локатором электромагнитного сигнала, излучаемого зондом находящегося под землей расположенного в корпусе буровой головки. Зачастую используется беспроводная система, но в некоторых случаях, когда переходы очень длинные используется кабельная система позиционирования. Локационная си-

стема определяет местонахождение буровой головки и выдает ряд параметров таких как: температура зонда, глубина, угол наклона, положение буровой лопатки (угол атаки) по часам и ряд других параметров, помогающих оператору локалаторщику определить местоположение буровой головки и обеспечить необходимой информацией оператора буровой установки (машиниста) для проведения расчетной траектории пилотной скважины с высокой точностью.

Возникшие под землей по маршруту бурения препятствия (крупные камни, металлические предметы и т.п.), можно обогнуть, изменяя угол атаки буровой лопатки. При пилотном бурении формируется скважина, которая может быть достаточной для прокладки коммуникаций малого диаметра. Однако большинство операций требует расширения скважины.

2. Предварительное расширение

После завершения пилотного бурения и выхода плети штанг в конечную точку, буровая головка заменяется расширителем (риммер), предназначенным для увеличения скважины до нужного диаметра. Диаметр расширителя должен быть больше на тридцать процентов диаметра затягиваемых труб. Все расширители оснащены специальными форсунками. Буровой раствор, проходя через форсунки расширителя, формирует скважину, заполняет пустоты, предотвращает проседание грунта, обеспечивает скольжение по стенкам канала, прокладываемого трубопровода. Скважины большого диаметра формируются за несколько проходов промежуточными расширениями. Диаметр скважины должен быть больше диаметра протягиваемой трубы на 20-50 % в зависимости от типа грунта. Скорость расширения должна соответствовать подаче бурового раствора и поддержанию постоянного уровня пульпы в приемном или стартовом котловане.

3. Прокладка коммуникации

Заключительный этап – протягивание трубопровода. При завершающем бурении через специальный вертлюг и захват присоединяются к плети одна или несколько труб за расширителем через вертлюг, чтобы крутящий момент (вращение) расширителя не передавалось на протягиваемую коммуникацию.

4. Завершение работ

По окончании работ компанией, управляющей работами предоставляется необходимая исполнительная документация для заказчика (план бурения, рабочие планы, журнал оператора и др.) на которой будет отображена информация по фактическому положению коммуникации с учетом всех отклонений от спланированной траектории. Далее производится очистка от пульпы и засыпка приемного и стартового котлованов. По необходимости проводится профилирование поверхности, засевание, восстановление покрытия и растительности.

При производстве работ по прокладке трубопровода методом ГНБ необходимо учитывать следующие производственно-технические и финансово-экономические аспекты:

- 1) максимально сокращается объем земляных работ и значительно увеличивается длина перехода до 2000 м;

2) в несколько раз снижаются трудозатраты и стоимость устройства длинных (более 100 м) переходов по сравнению с разработкой для них траншей открытым способом;

3) на водных преградах не приостанавливается движение плавсредств, также как и не ограничивается движение поездов на железных дорогах и средств передвижения на автодорогах;

4) сохранность и срок службы кабельных переходов значительно выше осуществленных традиционными способами;

5) работы с УГНБ в городах не создают значительных неудобств населению;

6) сведено до минимума повреждение ландшафта за чертой города, а также подземных и наземных объектов в населенных пунктах.

7) сокращение сметной стоимости строительства коммуникаций за счет сокращения сроков выполнения работ, затрат на привлечение дополнительной рабочей силы и дополнительной землеройной техники;

8) оптимизация затрат на энергообеспечение УГНБ вследствие экономичности используемых агрегатов;

9) минимизация затрат на восстановление поврежденных участков грунта, зеленых насаждений и предметов городской инфраструктуры;

10) уменьшение эксплуатационных расходов на проверку и восстановление коммуникаций в процессе эксплуатации.

Для бурения принята установка установка Hanlyma HL 518 В, производства КНР (рис. 2.2), которая имеет тяговое усилие 18 т и предназначена для прокладки подземных коммуникаций бестраншейным методом.

Характеристики установки Hanlyma HL 518 В приведены в таблице 2.2.

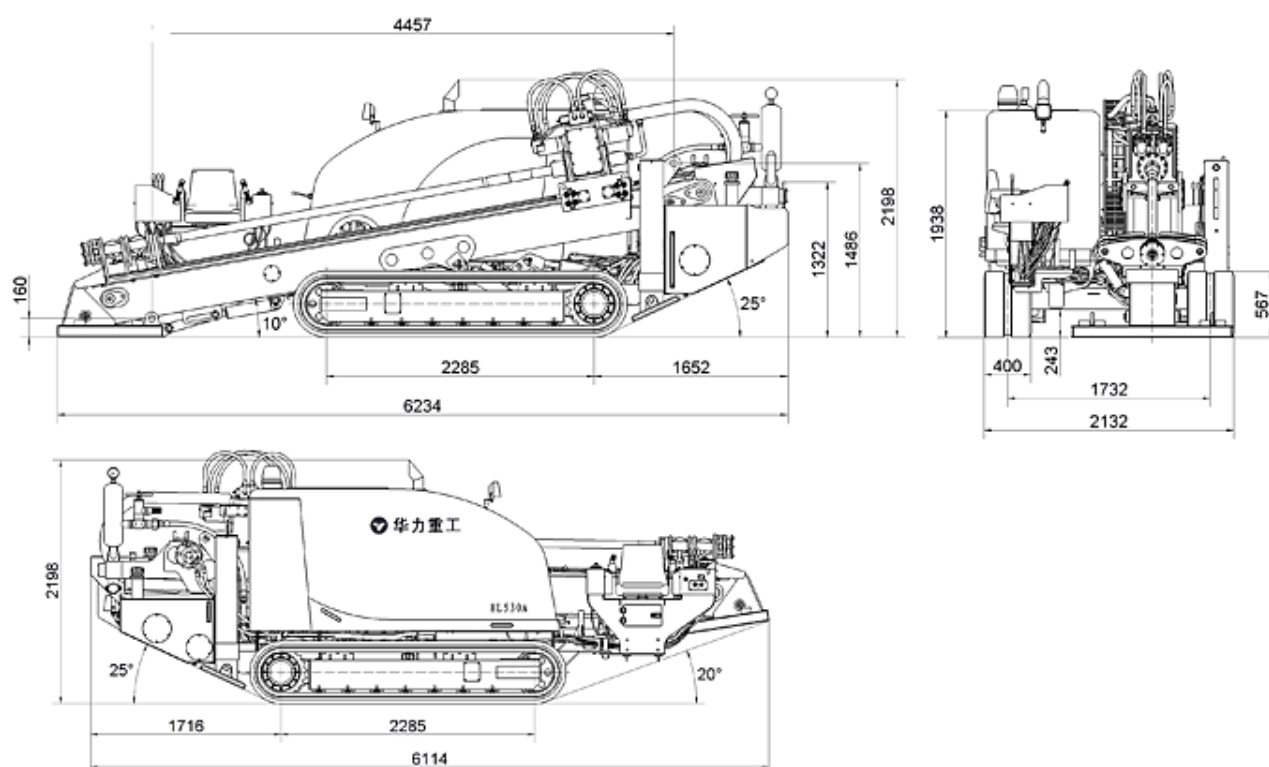


Рисунок 2.1 – Буровая установка Nanlyma HL 518

Таблица 2.1 – Характеристики установки Nanlyma HL 518 В

| Параметр | Значение |
|---|--------------------|
| Вес буровой установки | 8,5-9,9 т |
| Длина, ширина, высота | 597×205×202 см |
| Максимальное тяговое усилие | 180 кН/18 т |
| Напряжение системы питания | 24 В |
| Максимальное усилие подачи | 120 кН |
| Максимальный крутящий момент | 6000 Нм |
| Максимальная скорость вращения | 0-110 об./мин |
| Максимальный диаметр расширения скважины | 60 см |
| Максимальная длина строящегося трубопровода | 400 м |
| Диаметр буровых штанг | 6 см |
| Длина буровых штанг | 3 м |
| Максимальное давление насоса подачи бурового раствора | 10 мПа |
| Двигатель/название | DEUTZ TD226B-6 |
| Мощность двигателя | 100 кВт / 136 л.с. |
| Объем двигателя | 6,24 л |
| Гидравлическая система анкерения | есть |
| Гидравлическая система подачи штанг | есть |

2.2 Геометрические параметры трассы

Основными геометрическими параметрами трассы водопровода являются (рисунок 2.2):

l – длина пилотной скважины (длина бурового канала; длина трассы газопровода), м;

L – длина пилотной скважины в плане, м;

d – диаметр бурового канала, мм;

D_1 – заглубление пилотной скважины от точки забуривания, м;

D_2 – заглубление пилотной скважины от точки выхода буровой головки из земли, м;

D_s – глубина (по вертикали) точки забуривания во входном прямке от поверхности земли, м;

H_1 – заглубление пилотной скважины от поверхности земли при забуривании, м;

H_2 – заглубление пилотной скважины от поверхности земли при выходе буровой головки из земли, м;

α_1 – угол забуривания (входной угол);

$\alpha_{2-i(\text{расч})}$ – средний расчетный текущий угол для вычислений при переходе от максимального заглубления до выхода буровой головки из земли.

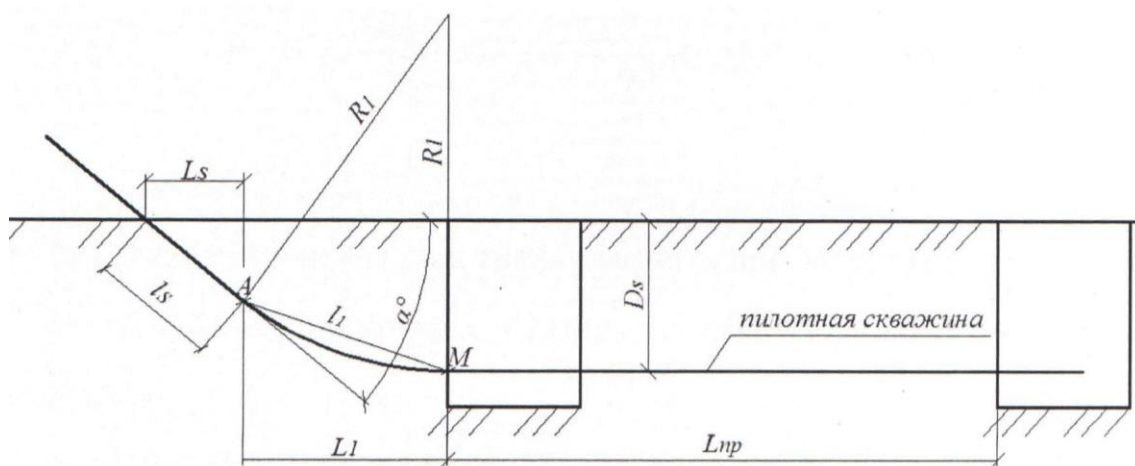


Рисунок 2.2 – Основные геометрические параметры трассы

2.3 Подготовка трассы к работам по замене участка трубопровода с помощью программного обеспечения Drill Site

Для подготовки проекта трассы бурения скважины одной из самых рекомендуемых в настоящее время является компьютерная программа Drill Site.

Она позволяет быстро и качественно построить трассу бурения при прокладке трубопровода или футляра для коммуникации с учетом не только геоло-

гических условий, в которых будет выполняться работа, но и технических возможностей бурового комплекса.

Drill Site даёт рекомендации по составу буровой промывочной жидкости для различных геологических условий и рассчитывает допустимую критическую кривизну буровых штанг, что очень важно для предотвращения потери бурового инструмента в скважине при обходе препятствия. Также DrillSite учитывает приближения к коммуникациям и поверхности земли.

Получив задание на бурение до начала работ, операторы бурового комплекса и локатора наглядно видят в задании всю ситуацию по расположению подземных коммуникаций, встречающихся на трассе бурения, и координаты бурового инструмента, которые необходимо контролировать в процессе выполнения работ. С момента выхода первой версии Drill Site она претерпела большие изменения и дополнения. Из простой программы, умеющей только рассчитывать критическую кривизну штанг, она стала удобным инструментом для составления полноценных проектов с использованием технологии ГНБ.

Используя программу на объекте, вводя коррективы исходя из реальных условий, можно за считанные минуты откорректировать задание на бурение и получить рекомендации по составу буровой жидкости и потребности в её количестве. Программа даёт рекомендации по скорости протяжки бурового инструмента и необходимой производительности насоса для подачи в скважину промывочной жидкости. Введя в программу данные, полученные с помощью локатора о местоположении бурового инструмента, мы получаем фактическую трассу бурения, которая будет являться частью исполнительной документации, необходимой для предъявления после окончания работ.

Бурение скважины ведется по заранее спроектированной трассе и полностью контролируется специальным локатором, который позволяет оператору бурения в любой момент видеть, где находится буровая головка и при необходимости изменять направление бурения, огибая встречающиеся на пути препятствия (действующие или брошенные коммуникации и т.п.). Темпы производства работ составляют от нескольких десятков до нескольких сотен метров за одну рабочую смену.

Программа DrillSite предназначена для создания трассы горизонтального бурения и формирования задания на бурение. Она представляет собой специализированный векторный графический редактор, позволяющий помимо стандартных фигур вводить специализированные: точки излома поверхности, контрольные точки трассы, коммуникации.

Основные возможности программы:

- ввод базовых точек, через которые должна пройти трасса, при помощи мышки или таблицы, при чем в обоих случаях трасса сразу же появляется на экране монитора;
- глубину базовых точек табличным способом можно вводить относительно поверхности;
- возможность построения трассы сразу в двух плоскостях: профиле (оси ХН) и плане (оси ХУ);

- оперативное изменение базовых точек трассы и точек излома поверхности при помощи мышки;
- возможность задавать прямолинейные участки трассы, как в профиле, так и в плане, независимо друг от друга;
- возможность задавать угол входа трассы, как на профиле, так и на плане;
- ограничение на длину трассы 15000 метров.

DrillSite позволяет создавать проектную документацию для выполнения работ методом ГНБ с автоматизированным контролем параметров:

- критической кривизны бурового инструмента и трубопровода;
- критического приближения к земной поверхности и существующим проектируемым, упраздняемым) коммуникациям.

Продольный профиль замены участка водопроводной сети методом горизонтально-направленного бурения, выполненный программой Drill Site приведён на рисунке 2.3.

Программа определяет:

- 1) расстояние от лафета буровой установки до точки входа буровой головки в землю (точки забуривания), 0,28 м;
- 2) радиус кривизны пилотной скважины при забуривании;
- 3) длину пилотной скважины при переходе от максимального угла при забуривании к нулевому углу, 19,93 м;
- 4) величину изменения текущего угла на каждой штанге при выполнении пилотной скважины на длине l_1 ;
- 5) общую длину пилотной скважины от точки входа до точки выхода (складывается из длины заглубления, длины прямолинейного участка и длины выхода скважины), 123,35;

Общий объем грунта удаляемого из скважин, определяется по формуле

$$V_c = 2 \cdot \frac{\pi d^2 l}{4}, \text{ м}^3 \quad (2.11)$$

где d – диаметр бурового канала (пилотной скважины), м;

l – теоретическая длина бурового канала, м.

$$V_r = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,16^2 \cdot 123,35/4 = 4,95 \text{ м}^3$$

Потребность в буровом растворе, необходимом для качественного бурения, зависит от типа грунта и колеблется в значительных пределах.

Типичные рекомендации о пропорциях различных составляющих для приготовления промывочного раствора на основе бентонито-полимерной смеси приведены в таблице 2.2.

Общая закономерность состоит в увеличении вязкости раствора по мере увеличения зерна обломочных пород от глин до галечников.

При проходке в глинистых грунтах в раствор добавляют реагенты группы полиакриламида для предотвращения разбухания глин, а также поверхностно-активные вещества (ПАВы, детергенты) для снижения налипания.

Проходка в песчаных грунтах требует введения добавок целлюлозных реагентов для снижения водоотдачи раствора. Они же улучшают смазывающие свойства промывочной жидкости.

Бурение в грубозернистых отложениях требует увеличения выносной способности раствора путем ввода биополимеров. Эти же реагенты целесообразно применять при проходке очень длинных скважин, а также при расширениях скважины в несколько проходов. Для растворов с биополимерами наиболее характерно так называемое сдвиговое расжижение: низкая вязкость при высоких скоростях сдвига (в насосе, в буровых штангах, в соплах породоразрушающего инструмента) и высокая вязкость в затрубном пространстве, при расширении скважины, при остановках бурения.

Таблица 2.2 – Типичная таблица смешивания для приготовления раствора

| Тип грунта | Условная вязкость по воронке Марша, с | ПБА-22 + «готовая смесь в одном мешке», кг/м. ³ | Полимерные добавки, в кг./м. ³ | |
|-----------------------------|---------------------------------------|--|--|--------------------------|
| | | | Загустители | Детергенты (ПАВ), Смазки |
| Глина вязкая | 35-40 | 5-15 | 0,5-0,8 кг. BentoPlus – для предотвращения разбухания глин | при необходимости |
| Суглинок | 40-45 | 15 — 30 | — | -//- |
| Песок | 45-65 | 25 — 40 | 0,3-1,0 кг. AquaPAC для снижения водоотдачи и улучшения устойчивости скважины. | -//- |
| Гравийно-галечные отложения | 60-90 | 35 — 50 | 0,5-1,2 кг. Биополимер типа Duo-Vis – для увеличения выносной способности раствора, и улучшения устойчивости скважины. | -//- |

Приведенные нормы являются ориентировочными, поскольку в природе нет грунтов со стабильно одинаковыми свойствами на протяженных участках и поэтому не может быть точных дозировок реагентов. Важно понимать, что искусство управления свойствами промывочного раствора во многом зависит от опыта оператора, его информированности о геологии участка бурения, а также его способности предугадать изменение условий проходки скважины на основании текущих данных об изменениях режимов бурения, таких как расход промывочной жидкости, скорость проходки, тяговое усилие и т.д.

Целесообразно контролировать вязкость раствора каждые 30 мин. (по воронке Марша), а значения предела текучести γ_P и пластической вязкости PV

(по ротационному вискозиметру) – дважды в смену и вести записи параметров бурового раствора в журнале. На основании этих записей и данных о расходе жидкости через насос, принимается решение о, концентрации бентонита для использования в различных условий бурения.

В среднем для того чтобы вывести из скважины на поверхность один объем грунта, требуются 3-5 объемов бурового раствора:

$$V_p = 4,95 \cdot 3 = 14,87 \text{ м}^3 = 14870 \text{ л.} \quad (2.12)$$

Минимальное время бурения пилотных скважины (бурового канала) составляет:

$$t_{min} = \frac{V_p}{Q_{ж}}, \quad (2.13)$$

где V_p – объем бурового раствора, который необходим для качественного бурения, л;

$Q_{ж}$ – производительность насоса бурильной установки, л/мин (характеристика бурильной установки), 30 л/мин.

$$t_{min} = 14870/30 = 496 \text{ мин} = 8 \text{ ч } 26 \text{ мин}$$

Максимальная скорость бурения

$$v_{max} = \frac{l}{t_{min}} \text{ м/мин} \quad (2.14)$$

$$v_{min} = 123,35/496 = 0,25 \text{ м/мин}$$

Количество буровых штанг, необходимое для выполнения пилотной скважины длиной l_1 , определяется исходя из длины скважины и длины одной штанги:

$$n_1 = \frac{l_1}{l_{ш}} \quad (2.5)$$

где $l_{ш}$ – длина одной штанги, 3 м;

l_1 – длина скважины, 70,71 м

$$n = 123,63/3 = 41 \text{ шт.}$$

Приняты 41 штанги на участок изгиба пилотной скважины.

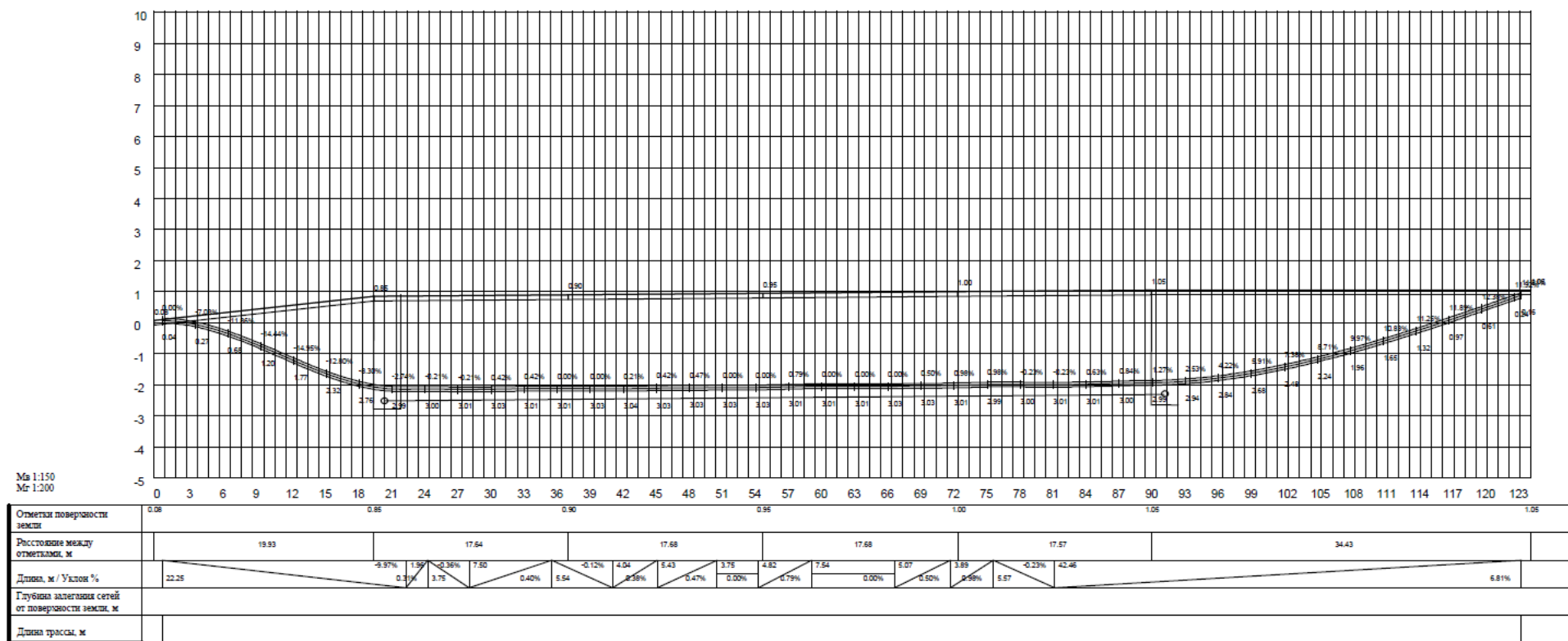


Рисунок 2.2 – Продольный профиль замены участка водопроводной сети методом горизонтально-направленного бурения (выполнен программой Drill Site)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе произведен расчет системы водоснабжения из подземного источника для обеспечения населённого пункта расчётной численностью 1070 человек водой хозяйственно-питьевого качества.

Качество хозяйственно-питьевой воды должно регламентироваться нормативными требованиями ГОСТ Р 51232-98 «Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества» и СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

Основные технические решения, применяемые при разработке схемы водоподготовки, регламентирует СП 31.13330.2012 (раздел 9.)

Согласно СП 31.13330.2012 (п. 9.2, 9.3) метод обработки воды, состав и расчетные параметры сооружений водоподготовки установлены в зависимости от качества воды в источнике водоснабжения, назначения водопровода, производительности станции и местных условий на основании данных технологических изысканий и опыта эксплуатации сооружений, работающих в аналогичных условиях.

Рассмотрена реконструкция участка трубопровода бестраншейным способом по технологии горизонтально направленного бурения имеющей существенные преимущества перед открытой разработкой траншей.

ГНБ может осуществляться без повреждений ландшафта и дорожных покрытий, требует меньше рабочего пространства, проведение работ осуществляется в более быстрые сроки и с гораздо меньшими затратами, чем традиционный метод прокладки трубопроводов

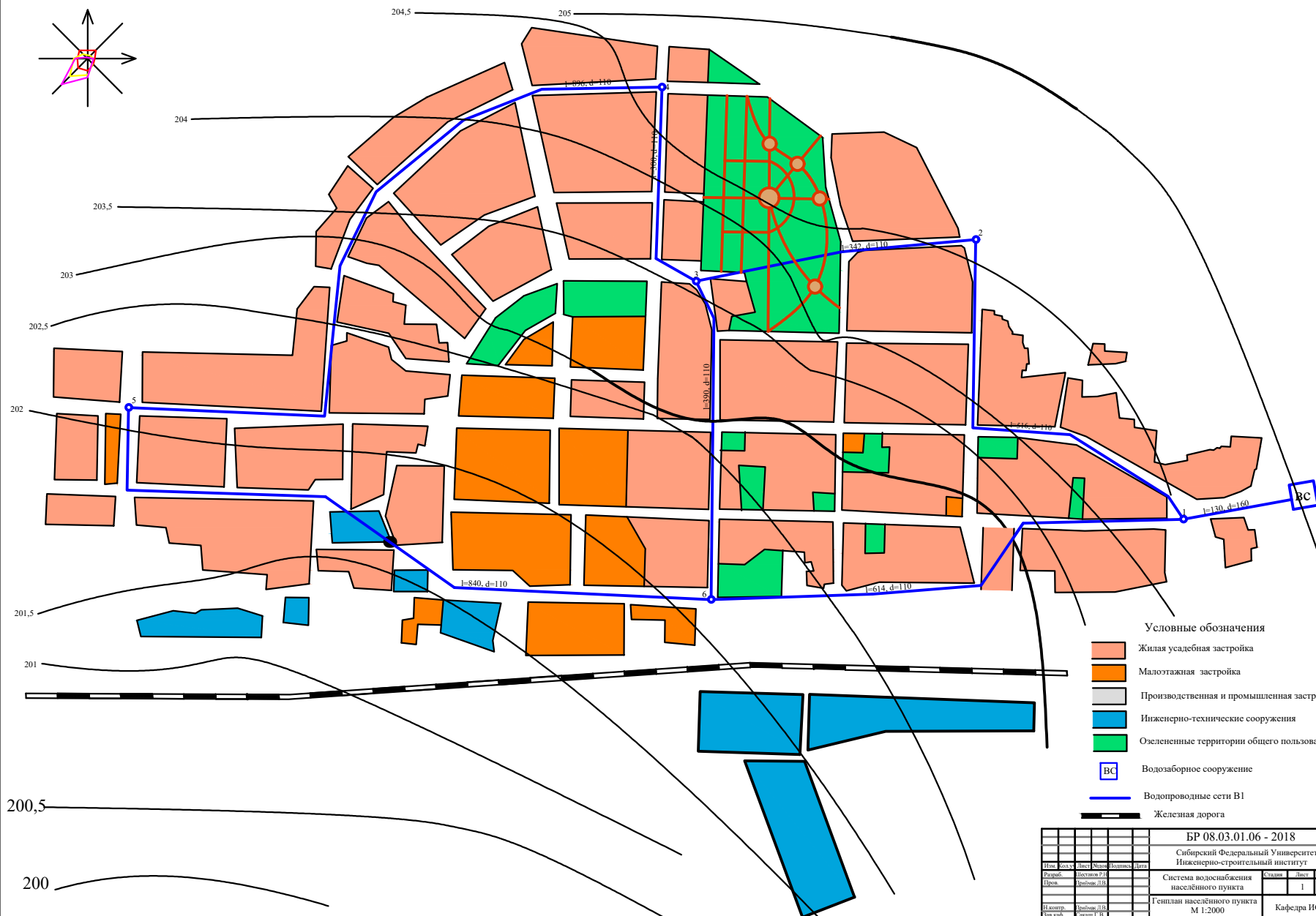
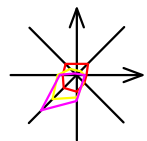
Расчётная схема выполнена с применением компьютерной программы Drill Site, которая в настоящее время, является одной из самых рекомендуемых.

Она позволяет быстро и качественно подготовить проект трассы бурения скважины для прокладки трубопровода или футляра для коммуникации с учетом не только геологических условий, в которых будет выполняться работа, но и технических возможностей бурового комплекса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р 51232-98 Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества.
2. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
3. ГОСТ 2761-84* Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. – Москва: Минздрав СССР 1984.
4. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*.
5. СП 8.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности.
6. СП 10.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности.
7. Кожин В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. Примеры и расчеты. Учеб. пособие для вузов. – 4-е изд., репринтное. – М.: БАСТЕТ, 2008. – 304 с.
8. Журба М. Г., Соколов Л. И., Говорова Ж. М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: издание второе, дополненное и переработанное. Учебное. пособие -М.: Издательство АСВ, 2004. – 256 с.
9. Шевелев Ф.Г, Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: Справ, пособие. – 6-е изд., доп. и перераб. – М.: Стройиздат, 1984 – 116 с.
10. СанПиН 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод: Санитарные правила и нормы. М.: Минздрав России 2000 г.
11. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. М.: Минздрав России, 2003 (новая редакция от 27 сентября 2007 г).
12. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно - допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. – Введ. 28.04.1999: Приказ Госкомрыболовства РФ 1999 – 96 с.
13. Методические рекомендации. Радиационный контроль питьевой воды. Минздрав России. М: 2000 г.
14. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Минздрав России, 2007 г. (нов. редакция 1.03.08 введена) (6 октября 2.2.1/2.1.1.1200-03).
15. СанПиН 2.1.4.1110-02 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения Госкомсанэпиднадзор РФ, 2002 г.

Генплан населённого пункта М 1:2000

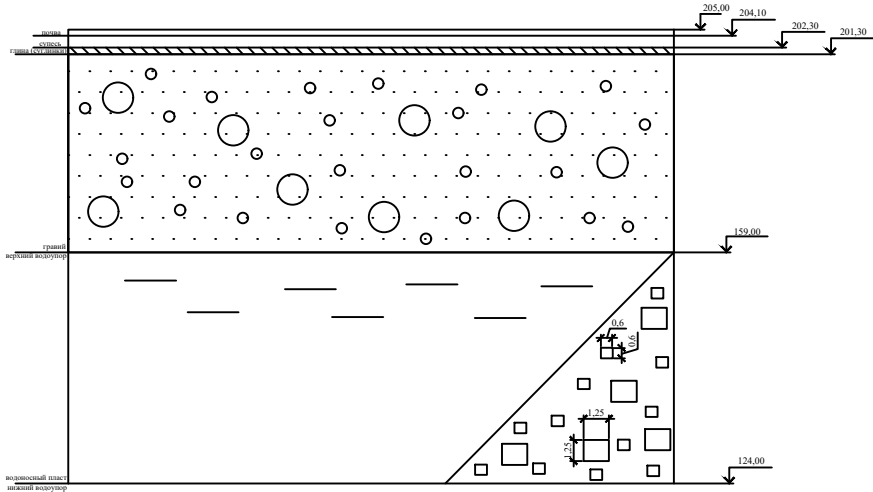


Условные обозначения

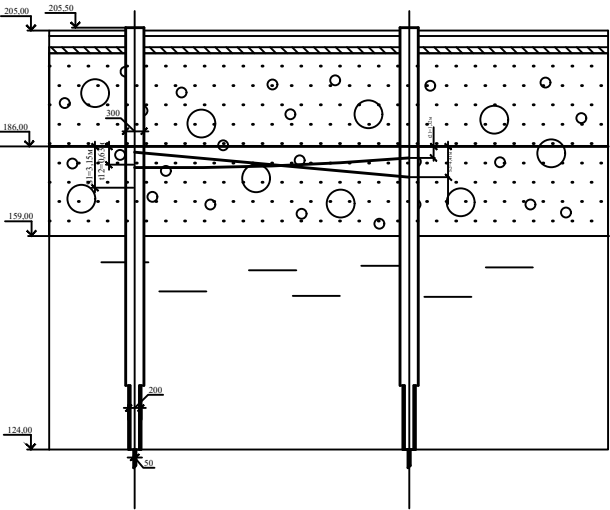
- Жилая усадебная застройка
- Малозатяжная застройка
- Производственная и промышленная застройка
- Инженерно-технические сооружения
- Озелененные территории общего пользования
- Водозаборное сооружение
- Водопроводные сети В1
- Железная дорога

| | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|--------|
| БР 08.03.01.06 - 2018 | | | | | | | | | |
| Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт | | | | | | | | | |
| Исполн. | Проф. | Проф. | Проф. | Проф. | Проф. | Проф. | Проф. | Проф. | Проф. |
| Проф. | Проф. | Проф. | Проф. | Проф. | Проф. | Проф. | Проф. | Проф. | Проф. |
| Система водоснабжения населённого пункта | | | | | | | Страниц | Лист | Листов |
| Генплан населённого пункта М 1:2000 | | | | | | | 1 | 7 | |
| Кафедра ИСЗиС | | | | | | | | | |

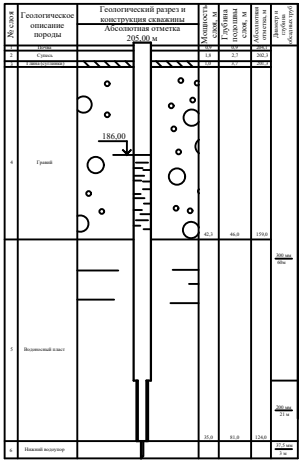
Профиль грунта М 1:400



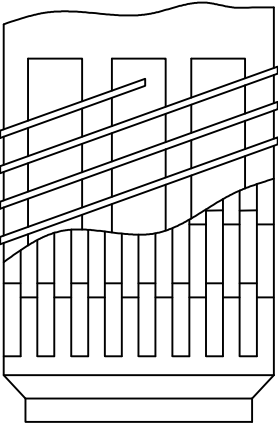
Влияние группового расположения скважин
Мв 1:400
Мг 1:40



Геолого-технический
разрез скважин М1:400

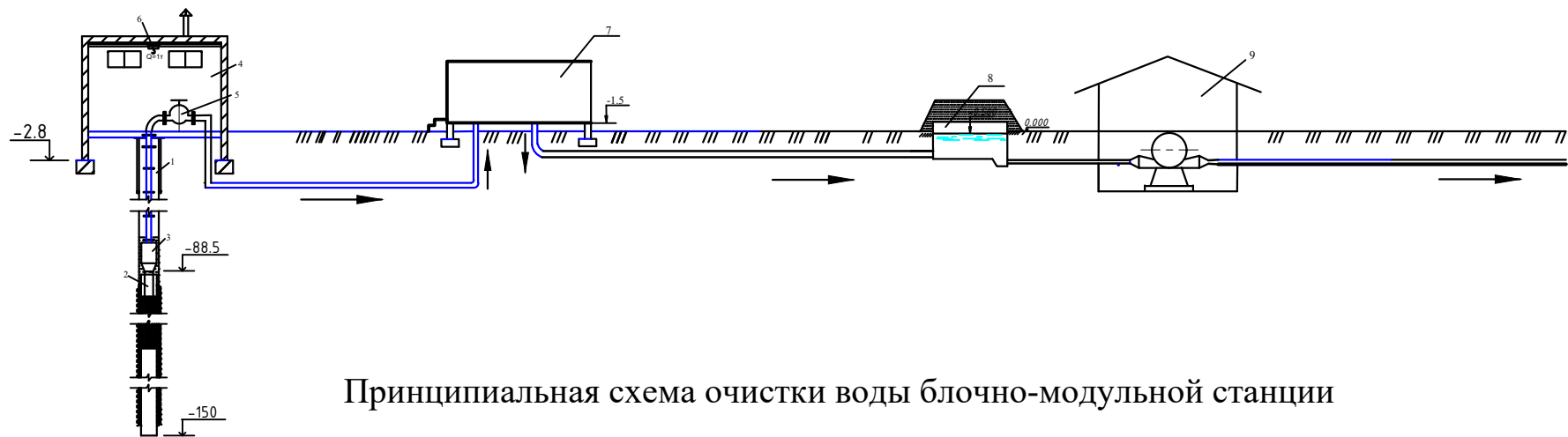


Трубчатый фильтр с щелевой
перфорацией М 1:1

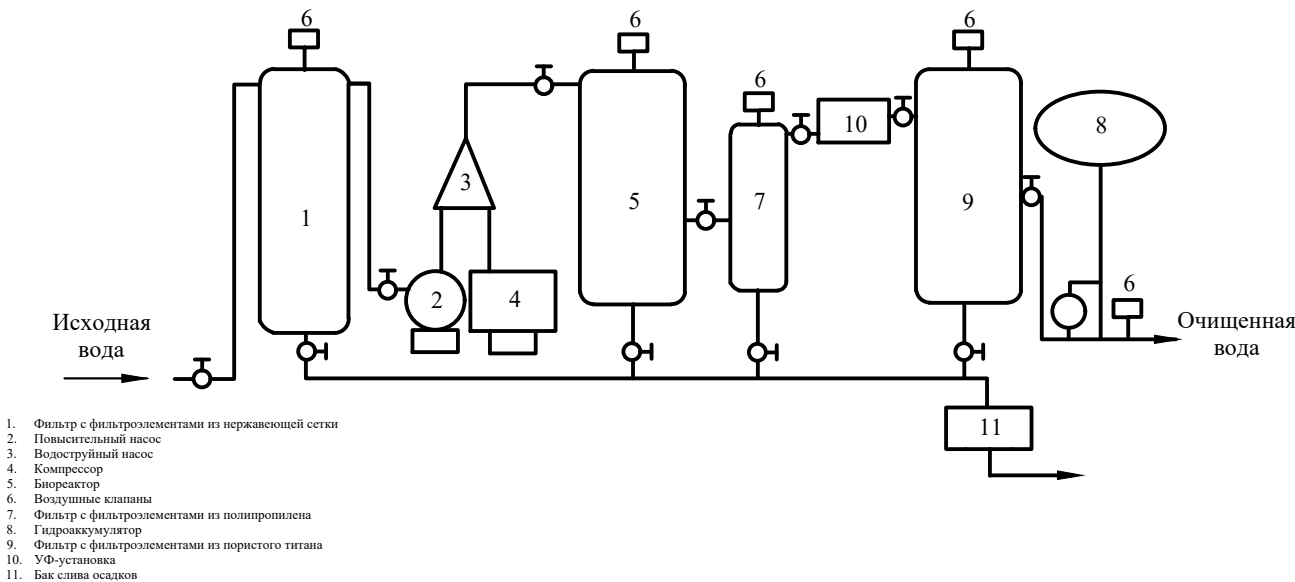


| | | | | | | | | | | |
|-----------|------|--------|--------|--|------|------|--------|---------------|------|--------|
| | | | | БР 08.03.01.06 - 2018 | | | | | | |
| | | | | Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт | | | | | | |
| Изм. | Кол. | Лист | Листов | Изм. | Кол. | Лист | Листов | | | |
| Разработ. | | Листов | Р.П. | Система водоснабжения населенного пункта | | | | Страна | Лист | Листов |
| Проект | | Листов | П.П. | | | | | У | 3 | 5 |
| Исполн. | | Листов | П.П. | Профиль грунта, влияние группового расположения скважин, геолого-технический разрез скважины, фильтр | | | | Кафедра ИСЗиС | | |
| Зам. кат. | | Листов | П.П. | | | | | | | |

Технологическая схема очистки воды



Принципиальная схема очистки воды блочно-модульной станции



Экспликация

| Услов. | Наименование |
|--------|--------------------------------------|
| 1 | Скважина |
| 2 | Погружной насос |
| 3 | Двигатель погружного насоса |
| 4 | Павильон |
| 5 | Водорегулирующая и запорная арматура |
| 6 | Грузоподъемное оборудование |
| 7 | Блочно-модульная станция очистки |
| 8 | Резервуар чистой воды |
| 9 | Насосная станция второго подъема |

| | | | |
|--|----------------|---------------------------------------|------|
| БР 08.03.01.06 - 2018 | | | |
| Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт | | | |
| Разработчик | Исполнитель РП | Состав | Лист |
| Проект | Эксперт (1.0) | У | 4 |
| И. контр. | Эксперт (1.0) | Технологическая схема очистки воды | |
| И. контр. | Эксперт (1.0) | Кафедра ИСЗиС | |

Продольный профиль замены участка водопроводной сети методом ГНБ

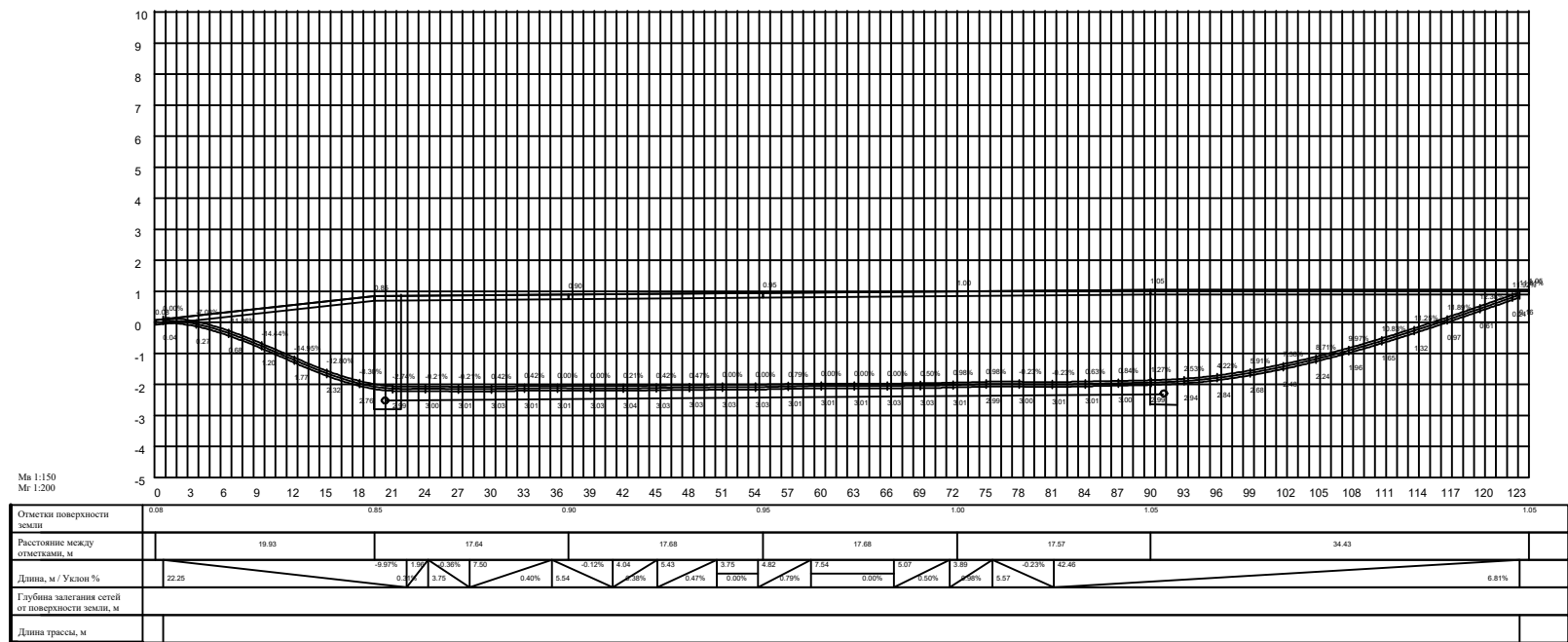
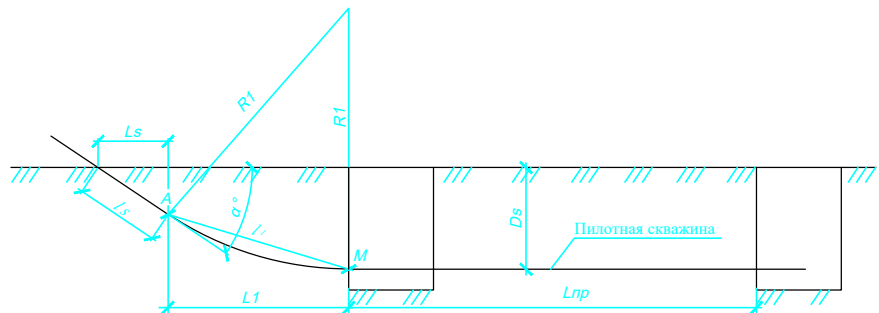


Схема протягивания трубопровода методом ГНБ



Обозначения геометрических параметров трассы

| | |
|------------|--|
| i | длина пилотной скважины (длина бурового канала для трассы трубопровода), м; |
| L | длина пилотной скважины в плане, м; |
| d | диаметр бурового канала, мм; |
| D_1 | заглубление пилотной скважины от точки забуривания, м; |
| D_2 | заглубление пилотной скважины от точки выхода буровой головки из земли, м; |
| D_3 | глубина (по вертикали) точки забуривания во входном привале от поверхности земли, м; |
| H_1 | заглубление пилотной скважины от поверхности земли при забуривании, м; |
| H_2 | заглубление пилотной скважины от поверхности земли при выходе буровой головки из земли, м; |
| α_1 | угол забуривания (выходной угол); |
| α_2 | средний расчетный текущий угол для вычислений |

| | | | |
|--|--|---------------|--------|
| БР 08.03.01.06 - 2018 | | | |
| Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт | | | |
| Исполнители: Прох. Давыдов Р.И., Прох. Давыдов И.В. | Система водоснабжения населенного пункта | Страна | Лист 5 |
| Исполнитель: Прох. Давыдов Р.И. | Схема прокладки участка трубопровода методом ГНБ | Кафедра ИСЗиС | |